Date:

الفصل الأول

الحركة الموجية

مبدأياً كده طالما معاك ورق الفيزياء ببساطة للمدعو أحمد جمال فانت في الأمان يامان علشان فيه هتلاقينا بندردش معاك شوية وباللغة العامية اللي بتحبها ياسيدي .... يلا نبدأ :-

أنواع الحركة

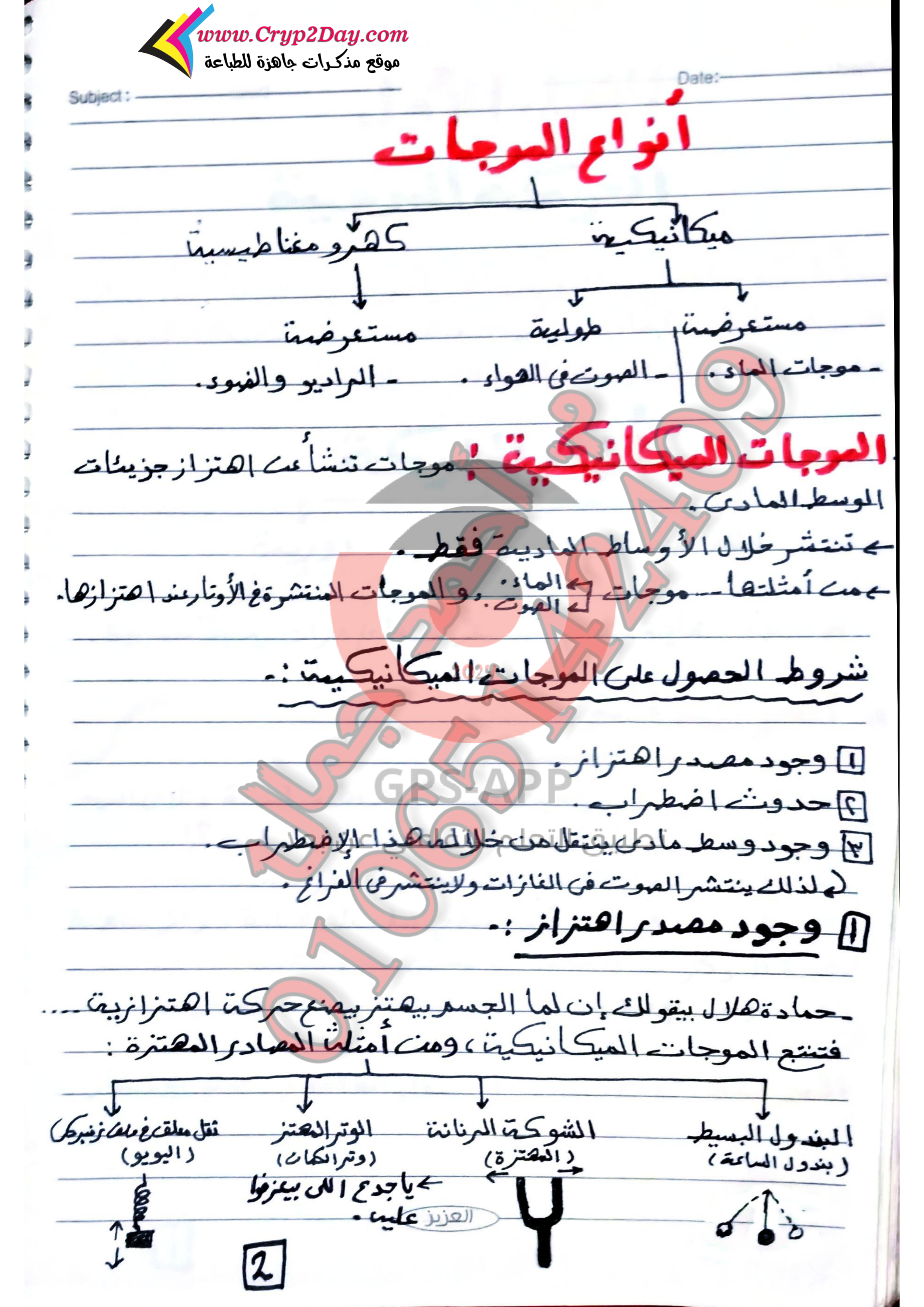
- انتقالية
  - لها بداية ونهاية.
- دورية
  - موجية
  - اهتزازية
  - بتكرر نفسها على فترات زمنية متساوية.

* الحركة الموجية

زمان وانت صغير كنت بتجيب طوبة وتقذفها في الترعة وتلاقي الميه بتعمل دواير مركزها الطوبة ... فتفتكر دا معناه إيه ؟!

- معناه إن تصادم الحجر مع الماء مصدر للاضطراب.
- الإضطراب دا بينتشر فوق سطح الماء على هيئة دوائر منتظمة متحدة المركز.... والكلام دا بيحصل معاه انتقال للطاقة من عند الطوبة (مصدر الإضطراب) وفي نفس اتجاه انتشار الإضطراب.

الموجة : اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه الانتشار.



أنواع الموجات

- ميكانيكية
  - مستعرضة: ـ موجات الماء.
  - طولية: ـ الصوت في الهواء.
- كهرومغناطيسية
  - مستعرضة: ـ الراديو والضوء.

الموجات الميكانيكية: موجات تنشأ عن اهتزاز جزيئات الوسط المادي.

← تنتشر خلال الأوساط المادية **فقط**.

← من أمثلتها ـ موجات ← الماء ← الصوت. والموجات المنتشرة في الأوتار عند اهتزازها.

شروط الحصول على الموجات الميكانيكية :-

1. وجود مصدر اهتزاز.
2. حدوث اضطراب.
3. وجود وسط مادي ينتقل من خلاله هذا الإضطراب.

← لذلك ينتشر الصوت في الغازات ولا ينتشر في الفراغ.

1 وجود مصدر اهتزاز :-

ـ حمادة هلال بيقولك إن لما الجسم بيهتز بيصنع حركة اهتزازية... فتنتج الموجات الميكانيكية، ومن أمثلة المصادر المهتزة :

- البندول البسيط (بندول الساعة)
- الشوكة الرنانة (المهتزة)
- الوتر المهتز (وتر الكمان) ← ياجدع اللي بيعزفوا عليه.
- ثقل معلق في ملف زنبركي (اليويو)

Subject :
Date:

٢) حدوث اضطراب ينتقل من المصدر إلى الوسط :

البندول القلبان كان ساكن عند النقطة م ، وقام واحد رخم وهزه ... فاتحرك على جانب موضع سكونه فيما يعرف بالحركة الإهتزازية.

الحركة الإهتزازية : حركة يصنعها الجسم على جانب موضع سكونه وتتكرر على فترات زمانية متساوية.

مفاهيم مرتبطة بالحركة الإهتزازية

سعة الإهتزازة - الإهتزازة الكاملة - التردد - الزمن الدوري

م) سعة الإهتزازة :

الآن عمنا البندول بيبعد عن موضع سكونه م ومتجهاً إلى النقطة ب وهو في طريقه الآن بيصنع إزاحة ولما يوصل للنقطة ب هيكون صنع أقصى إزاحة له - مع العلم إن لما يوصل ب هتكون سرعته انعدمت وهيغير اتجاهه وهتكون أقصى سرعة له عند م وهو راجع.

سعة الإهتزازة : أقصى إزاحة للجسم المهتز بعيداً عن موضع سكونه الأصلي.

أو المسافة بين نقطتين متتاليتين في مسار حركة الجسم تكون سرعته عند إحداهما أقصاها وعند الأخرى منعدمة.

- **الإزاحة :** بُعد الجسم في أي لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي.

Subject: Date:

ب الإهتزازة الكاملة :

لو رجعت للصفحة اللى فاتت هتلاقى إن مسار البندول كالآتى
من P ← ب ← P ← جـ ← P

لو ركزت هتلاقى البندول بيمر بـ P مرتين متتاليتين فى نفس الإتجاه
وبالتالى يكون قد صنع اهتزازة كاملة.

الإهتزازة الكاملة : الحركة التى يحدثها الجسم المهتز فى الفترة الزمنية التى تمضى بين مروره بنقطة واحدة مرتين متتاليتين فى مسار حركته وفى اتجاه واحد.

← وأنا بشوط الكورة وأثناء صعودها للسماء.. بقول لصاحبى: ما هو طور هذه الكرة؟! ... قالى مش عارف... قولتله لما أسالك عن طور الكرة يبقى تكلمنى عن موضعها واتجاه حركتها فى اللحظة دى.

- **الطور:** موضع واتجاه حركة جزئ من جزيئات الوسط عند لحظة معينة.

جـ التردد : عدد الإهتزازات الكاملة التى يحدثها الجسم المهتز فى الثانية الواحدة.

أو عدد الموجات التى تمر بنقطة معينة فى زمن 1 ثانية.
أو عدد الأطوال الموجية التى تقطعها الموجة فى زمن 1 ثانية.

← يرمز للتردد بالرمز ν "نيو" حيث

$$\nu = \frac{n}{t}$$

(n ← عدد الإهتزازات الكاملة، t ← الزمن بالثانية)

- وحدة قياس التردد هى الهيرتز (HZ)

$$HZ = \frac{\text{ذبذبة}}{\text{الثانية}} = \frac{\text{دورة}}{\text{ثانية}}$$

ملحوظة ← لما جيت أعرف التردد ν روحت للطرف اليمين من العلاقة $\nu = \frac{n}{t}$ وخليت المقام بـ 1 وبدأت التعريف من البسط وهعمل كدا فى كل التعريفات اللى جاية من القوانين.



Subject: Date:

٤ **الزمن الدورى :** الزمن الذى يستغرقه الجسم المهتز لعمل اهتزازة كاملة.
أو الزمن الذى تستغرقه الموجة لتقطع مسافة تعادل طول موجى واحد.
أو الزمن الذى يستغرقه الجسم ليمر بنقطة واحدة مرتين متتاليتين فى مسار حركته وفى اتجاه واحد.

← يرمز للزمن الدورى بالرمز T حيث

$$T = \frac{t}{n}$$

(t: الزمن بالثانية ، n: عدد الاهتزازات الكاملة)

← وحدة قياس الزمن الدورى هى الثانية (s)

$T = 4 \times$ زمن سعة الاهتزازة

* العلاقة بين التردد "ν" والزمن الدورى "T" -١

$$\nu = \frac{n}{t} \quad , \quad T = \frac{t}{n}$$

← واضح من القوانين إن التردد يساوى مقلوب الزمن الدورى.
أى أن $\nu = \frac{1}{T}$ ومنها $\nu T = 1$

التمثيل البيانى :

(رسم: ν مقابل $\frac{1}{T}$ خط مستقيم) أو (رسم: ν مقابل T منحنى)

← الميل $= \frac{\nu}{1/T}$ وبالتالى ← الميل $= \nu T = 1$

Subject : Date:

مسألة ← إذا كان الزمن الذي يستغرقه البندول ليتحرك من النقطة أ إلى حـ هو 1S ، احسب :

أ) الزمن الدوري . ب) التردد .

حـ) عدد الاهتزازات الكاملة خلال 10 S .

د) الزمن اللازم لعمل 50 اهتزازة كاملة .

الحل

أ) $T = \frac{t}{n} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2\ s$

← طب ليه $n = \frac{1}{2}$ ؟ ! ← لما البندول يتحرك من ب إلى حـ ← $n = \frac{1}{4}$

أما من ب ← إلى حـ ← ب ∴ $n = \frac{1}{2}$ ، أما من ب $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ حـ $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ ب $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ أ

أما من ب $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ حـ $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ ب $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ أ $\xrightarrow{\frac{1}{4}}$ ب ، $n = \frac{3}{4}$

$\therefore n = 1$

ب) $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2}\ Hz$

حـ) عندنا حالة جديدة وفيها $t = 10s$ ← 5 اهتزازة $\therefore n = \frac{t}{T} = \frac{10}{2} = 5$

د) حالة جديدة وهيزيد فيها عدد الاهتزازات n مع زيادة الزمن t

$\therefore t = nT = 50 \times 2 = 100\ S$

ملحوظة ← تسمى الحركة الاهتزازية البسيطة (مثل حركة البندول البسيط والملف الزنبركي) بالحركة التوافقية البسيطة واللي بنمثلها بمنحنى جيبي كالتالي :



Subject : Date:

② وجود وسط مادى ينتقل خلاله هذا الإضطراب :-

- تحتاج الموجات الميكانيكية مثل (الصوت) لوسط مادى تنتقل من خلاله. **علل ؟** ← لأن جزيئات الوسط المادى تهتز لنقل طاقة الموجة الميكانيكية ، **لذلك** :

- لايمكن سماع أصوات الإنفجارات الكونية التى تحدث فى الفضاء. **علل؟**
- يستخدم رواد الفضاء أجهزة لاسلكية للتواصل فيما بينهم فى الفضاء. **علل؟**

ملحوظة ← إجابة علل بتاع أ و ب هى الكلام اللى فوقهم.

أنواع الموجات الميكانيكية

- مستعرضة
- طولية

① الموجات المستعرضة :

← لو جيبت حبل ومسكته من طرف ونفضته هيهتز لأعلى وأسفل صانعاً موجة مكونة من قمم وقيعان زى الشكل اللى قدامك ده :

Subject: Date:

القمة : الموضع الذى يمثل النهاية العظمى لإزاحة جزيئات الوسط فى الإتجاه **الموجب** .

القاع : الموضع الذى يمثل النهاية العظمى لإزاحة جزيئات الوسط فى الإتجاه **السالب** .

الموجة المستعرضة : موجة يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط عمودى على اتجاه انتشار الموجة وتتكون من قمم وقيعان .

الطول الموجى للموجة المستعرضة : المسافة بين أى قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين .

ملحوظة ← لو جبت حبل وربطته من طرف ومسكته من الطرف الآخر ونفضته هلاقى الطرف اللى فى إيدى بيتحرك لأعلى ولأسفل على هيئة قمة وقاع صانعاً **موجة مرتحلة** واللى بترتحل من عند إيدى إلى الطرف الثابت من الحبل ثم وهكذا

← الشغل اللى بيبذله المصدر المهتز سواء كان إيدى أو مولد الذبذبات على الحبل أو الوتر... ينتقل على هيئة :
- طاقة وضع ← تتمثل فى شد الوتر .
- " حركة ← " " " اهتزاز " .

← لو رجعت للصفحة اللى فاتت وبصيت للرسمة هتلاقى :

م الطول الموجى ← $\lambda = \frac{X}{n}$ (المسافة الكلية ، عدد الموجات) ، ت التردد ← $\nu = \frac{n}{t}$

الطول الموجى : المسافة التى تقطعها الموجة خلال زمن دورى واحد .
أو المسافة بين أى نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور فى الحركة الموجية .

Subject : Date:



مسألة من الشكل المقابل احسب :

أ) سعة الموجة.
ب) التردد .
ج) الزمن الدوري.
د) الطول الموجي

الحل

أ) سعة الموجة $A = 5\ cm$

ب) $\nu = \frac{n}{t} = \frac{3}{1.2} = 2.5\ Hz$

ج) $T = 0.4\ s$

د) $\lambda = \frac{x}{n} = \frac{60}{3} = 20\ cm$

٢) الموجات الطولية :

← لو جبت سوستة قلم (زنبرك) وضغطته هيتكون تضاغط ولو شديته هيتكون تخلخل وبالتالي عند اهتزاز الزنبرك تتكون مجموعة من التضاغطات والتخلخلات والتي تنتقل على طول الزنبرك .

الطول الموجي λ
اتجاه انتشار الموجة
تضاغط تخلخل

Subject: Date:

التضاغط : منطقة تتقارب فيها جزيئات الوسط المهتزة من بعضها.
التخلخل : " تتباعد " " " " " " عن " .

ملحوظة ← مجموعة التضاغطات والتخلخلات بتمثل موجة تنتشر في نفس اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط (الزنبرك) تسمى **الموجة الطولية**.

الموجة الطولية : موجة يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط على نفس خط انتشار الموجة وتتكون من تضاغطات وتخلخلات.
طول الموجة الطولية : المسافة بين مركزي أي تضاغطين متتاليين أو مركزي أي تخلخلين متتاليين.

علل : ينتشر الصوت في الغازات مثل الهواء على شكل موجات طولية فقط.
- لأنه عندما يهتز مصدر الصوت فإن جزيئات الغاز تكون قابلة للإهتزاز والإزاحة على شكل تضاغطات وتخلخلات.

وجه المقارنة	الموجة الطولية	الموجة المستعرضة
شكل الموجة		
اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط	على نفس خط انتشار الموجة.	عمودي على اتجاه انتشار الموجة.
التكوين	تتكون من تضاغطات وتخلخلات.	من قمم وقيعان.
الطول الموجي	المسافة بين مركزي تضاغطين أو تخلخلين متتاليين.	المسافة بين قمتين أو قاعين متتاليين.
أمثلة	- موجات الصوت في الغازات. - الموجات في باطن الماء.	- الموجات المنتشرة في الأوتار - الموجات على سطح الماء.



Subject: Date:

الموجات الكهرومغناطيسية

- واضح من اسمها إنها بتتكون من مجالين أحدهما كهربي والآخر مغناطيسي والمجالين متعامدين على بعض ومتعامدين على اتجاه انتشار الموجة.
- تنتشر خلال الأوساط المادية والفراغ.

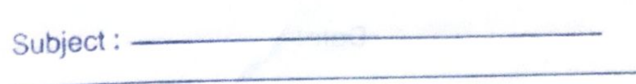
الموجات الكهرومغناطيسية: موجات تتكون من مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد له ومتفقة في الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه الإنتشار وتنتشر في الأوساط المادية والفراغ.

من أمثلة الموجات الكهرومغناطيسية

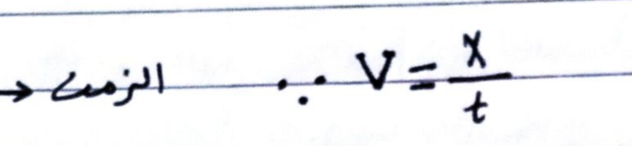
- الضوء
- الأشعة السينية
- أشعة جاما
- الموجات اللاسلكية (موجات الراديو والتلفزيون والتليفون المحمول)

* أنواع الموجات الكهرومغناطيسية ← موجات مستعرضة فقط.

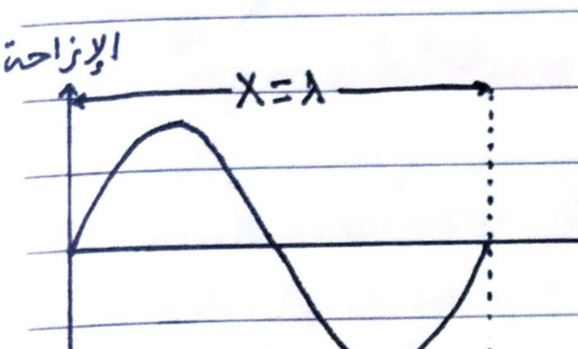
وجه المقارنة	الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
سبب حدوثها	تنشأ عن اهتزاز جزيئات الوسط.	تنشأ عن اهتزاز مجالين متعامدين.
الإنتشار	تحتاج إلى وسط مادي.	تنتشر في الأوساط المادية والفراغ.
أنواعها	موجات مستعرضة وطولية.	موجات مستعرضة فقط.
أمثلة	- موجات الماء. - " " الصوت. - الموجات المنتشرة في الأوتار.	- موجات الراديو. - " " الضوء. - " " الأشعة السينية.



Date:



استنتاج سرعة انتشار الموجات :



$\because V = \frac{x}{t}$

عندما يكون $x = \lambda$ و $t = T$

$\therefore V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times \frac{1}{T}$

$\because \nu = \frac{1}{T} \longrightarrow \therefore \boxed{V = \lambda \nu}$

سرعة انتشار الموجة (V) : المسافة التي تقطعها الموجة في الثانية الواحدة في اتجاه انتشارها.

ملحوظة ← تطبق العلاقة $V = \lambda \nu$ على جميع أنواع الموجات الطولية والمستعرضة.

← عندما تنتشر موجتان صوت مثلاً في نفس الوسط تكون سرعة الموجتين **واحدة** لأن سرعة الموجة تعتمد على **نوع الوسط**.

$V_1 = V_2 \longrightarrow \lambda_1 \nu_1 = \lambda_2 \nu_2 \longrightarrow \boxed{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1}}$

من الواضح بأن $\lambda \propto \frac{1}{\nu}$ عند ثبوت سرعة انتشار الموجة.

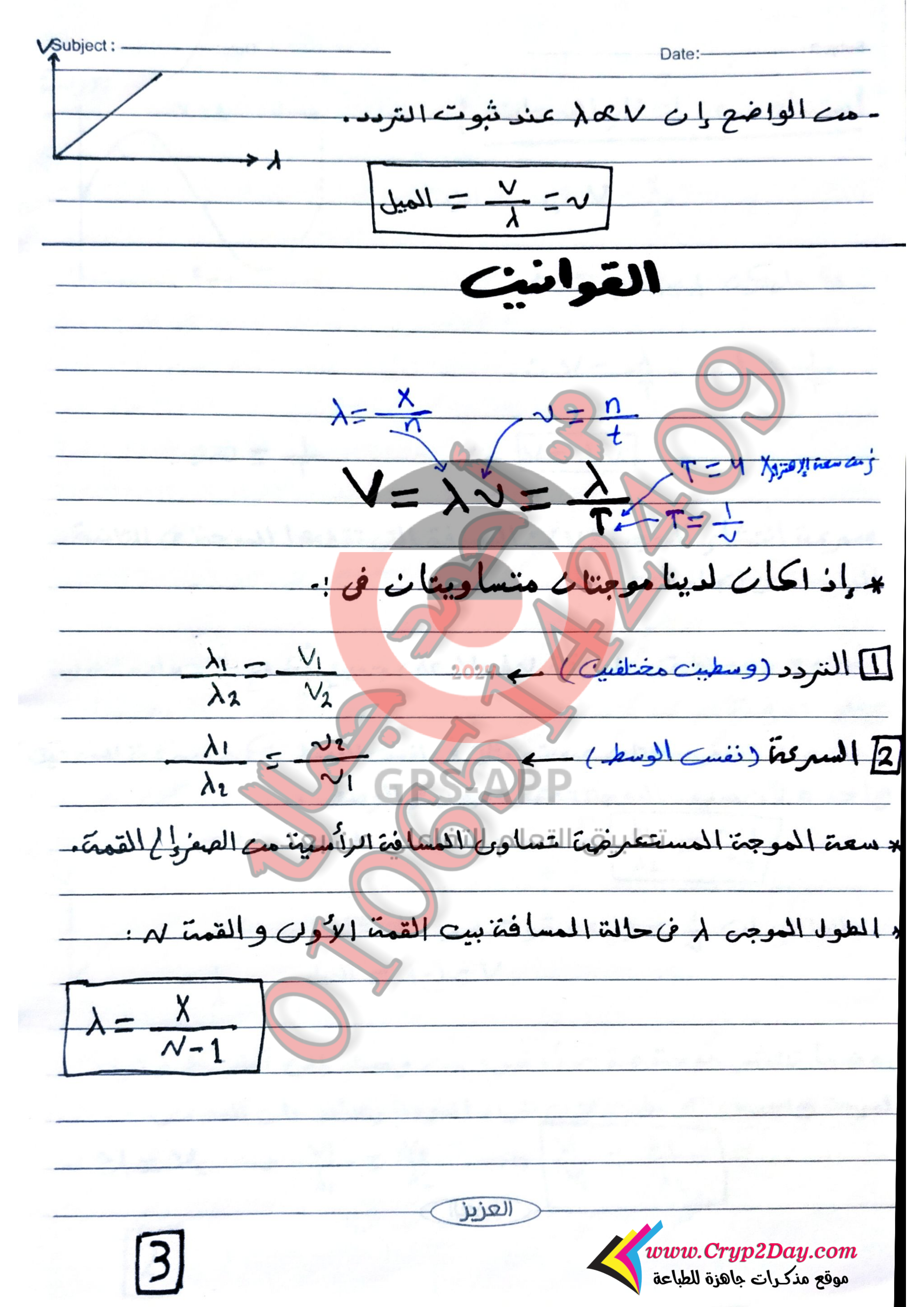
(رسم بياني: ν على المحور الرأسي، $\frac{1}{\lambda}$ على المحور الأفقي)

الميل $= \lambda \nu = V$

← عندما تنتشر موجة صوت أو ضوء من وسط إلى آخر يكون تردد الموجة واحد في الوسطين لأن تردد الموجة يعتمد على المصدر.

$\nu_1 = \nu_2 \longrightarrow \frac{V_1}{\lambda_1} = \frac{V_2}{\lambda_2} \longrightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}}$

العزيز



Subject : Date:

- من الواضح أن $\lambda \propto V$ عند ثبوت التردد.

$$\nu = \frac{V}{\lambda} = \text{الميل}$$

القوانين

$$V = \lambda \nu = \frac{\lambda}{T}$$

$\lambda = \frac{X}{n}$ ، $\nu = \frac{n}{t}$ ، $T = \frac{1}{\nu}$ ، $T = 4 \times$ زمن سعة الاهتزاز

* إذا كان لدينا موجتان متساويتان في:

1 التردد (وسطين مختلفين) ← $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{V_1}{V_2}$

2 السرعة (نفس الوسط) ← $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1}$

* سعة الموجة المستعرضة تساوي المسافة الرأسية من الصفر إلى القمة.

* الطول الموجي λ في حالة المسافة بين القمة الأولى و القمة N:

$$\lambda = \frac{X}{N-1}$$

مسائل

1 وتر مهتز تستغرق أقصى إزاحة يصنعها 0.01 S فكم يكون تردده؟

الحل

← الراجل إداني زمن أقصى إزاحة يعني زمن سعة الإهتزازة وبالتالي:

$T = 4 \times$ زمن سعة الإهتزازة

$\therefore T = 4 \times 0.01 = 0.04\ S$

والتردد مقلوب الزمن الدوري

$\therefore \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.04} = 25\ Hz$

---

2 الزمن الذي يمضي بين مرور القمة الأولى والقمة الخامسة بنقطة ثابتة هو 0.8 ثانية، احسب عدد الموجات التي تمر بهذه النقطة خلال $\frac{1}{4}$ ساعة.

الحل

← بين القمة الأولى والخامسة ← موجة $n_1 = 5 - 1 = 4$ والكلام

دا لما كان الزمن 0.8 ثانية وساعتها الزمن T المطلوب هو:

$T = \frac{t_1}{n_1}$ (← الزمن الكلي، ← عدد الموجات) $= \frac{0.8}{4} = 0.2\ S$

← الآن تغير عدد الموجات وتغير الزمن t ليصبح t_2 والمطلوب هو:

$n_2 = \frac{t_2}{T} = \frac{\frac{1}{4} \times 60 \times 60}{0.2} = 4500$ موجة

---

3 مصدر مهتز تردده 100 Hz ينشأ عنه موجة في الوسط المحيط، احسب الزمن الذي يمضي منذ مرور القمة الأولى وحتى القمة العشرون بنقطة في مسار حركة الموجة.

الحل

$\nu = 100\ Hz$ ، $n = 20 - 1 = 19$ ← $\nu = \frac{n}{t}$

$\therefore 100 = \frac{19}{t} \Rightarrow t = 0.19\ S$

Subject : Date:

4 أذن الإنسان يمكنها سماع الترددات المحصورة بين 20 Hz ، 20000 Hz
أحسب ... أقل وأعلى طول موجي للنغمات التي يمكن أن يسمعها الإنسان. (علماً بأن : سرعة الصوت في الهواء 340 m/s)

الحل

← بما إن العلاقة عكسية بين التردد والطول الموجي فإننا نحصل على أقل طول موجي عند أعلى تردد والعكس.

$$\lambda_{(أقل)} = \frac{V}{\nu_{(أعلى)}} = \frac{340}{20000} = 0.017\ m$$

$$\lambda_{(أعلى)} = \frac{V}{\nu_{(أقل)}} = \frac{340}{20} = 17\ m$$

5 إذا كان طول الموجة الصوتية التي يصدرها قطار 0.6 m وتردد النغمة الصادرة 550 Hz ، احسب سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء.

الحل

$\lambda = 0.6\ m$, $\nu = 550\ Hz$

$V = \lambda \nu = 0.6 \times 550 = 330\ m/s$

6 إذا كان عدد موجات الماء التي تمر بنقطة معينة في زمن قدره 1 ثانية هو 12 موجة وكان طول الموجة الواحدة 0.1 m ، احسب سرعة انتشار الموجات.

الحل

$\nu = \frac{12}{1} = 12\ Hz$, $\lambda = 0.1\ m$

$V = \lambda \nu = 0.1 \times 12 = 1.2\ m/s$

Subject : Date:

7 أُلقى حجر فى بحيرة فتكونت 50 موجة بعد 5 ثوان من اصطدام الحجر بالماء وكان نصف قطر الدائرة الخارجية 2 m ، **أوجد :**

أ) طول الموجة الحادثة.
ب) التردد .
جـ) سرعة انتشار الموجة.
د) الزمن الدورى.

الحل

أ) $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{2}{50} = 0.04 \ m$

ب) $\nu = \frac{n}{t} = \frac{50}{5} = 10 \ Hz$

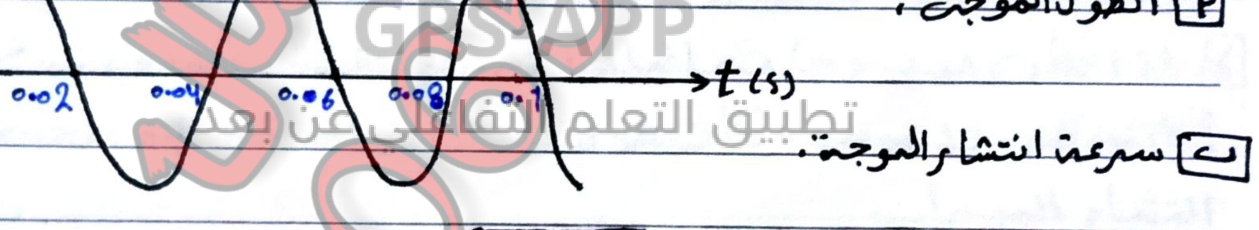
جـ) $V = \lambda \nu = 0.04 \times 10 = 0.4 \ m/s$

د) $T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{10} = 0.1 \ s$

---

8 **الشكل المقابل** يوضح العلاقة بين الإزاحة بالسنتيمتر والزمن بالثوانى لموجة مستعرضة ، **احسب :**

أ) الطول الموجى ،
ب) سرعة انتشار الموجة.



الحل

أ) الراجل مدينى المسافة بتاعة 2.25 موجة هى 90 cm وطبعاً عارفين إن الطول الموجى يساوى المسافة الكلية مقسومة على عدد الموجات

$\therefore \lambda = \frac{0.9}{2.25} = 0.4 \ m$ ← بالمتر

ب) أنا عارف إن الزمن الدورى هو زمن الدورة الواحدة وبالتالى ← $T = 0.04 \ s$

$\therefore \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.04} = 25 \ Hz$

$\therefore V = \lambda \nu = 0.4 \times 25 = 10 \ m/s$

Subject : Date:

9 تنتشر موجات الضوء فى الفضاء بسرعة تساوى 300 ألف كيلومتر فى الثانية أى $(3 \times 10^8\ m/s)$ فإذا كان طول موجة الضوء $5000\ A^\circ$، فما تردد هذا الضوء ؟ $(1\ angstrom\ (A^\circ) = 10^{-10}\ m)$

الحل

$c = 3 \times 10^8\ m/s$ ، $\lambda = 5000 \times 10^{-10} = 5 \times 10^{-7}\ m$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{-7}} = 6 \times 10^{14}\ Hz$$

---

10 نغمتان ترددهما $340\ Hz$ ، $212\ Hz$ فإذا كان الطول الموجى لإحداهما يزيد عن الطول الموجى للأخر بمقدار $60\ cm$ ، احسب سرعة الصوت فى الهواء.

الحل

$\nu_1 = 340\ Hz$ ، $\nu_2 = 212\ Hz$ ، $\lambda_2 = \lambda_1 + 0.6$

← الموجتين متساويتين فى السرعة بالإضافة إلى أنهما فى نفس الوسط.

$$\therefore \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + 0.6} = \frac{212}{340}$$

$\therefore 212\ \lambda_1 + 0.6 \times 212 = 340\ \lambda_1$

$\therefore \lambda_1 = 0.99\ m$

$\rightarrow V = \lambda_1 \nu_1 = 0.99 \times 340 = 336.6\ m/s$ #

الفيزياء ببساطة

اعداد : م/ أحمد جمال
01065142409

"معاً للإستمتاع بالفيزياء"

Subject: Date:

الفصل الثانى

الضوء

* العلماء كانوا مفكرين إن كل الموجات بما فيها الضوء تحتاج إلى وسط مادى لتنتقل من خلاله... وقالوا بما إن الضوء بيتحرك فى الفضاء يبقى الفضاء مملوء بوسط ينقل الضوء ويُطلق عليه " الأثير ".

* عمنا ماكسويل تنبأ إن الضوء موجات كهرومغناطيسية مستعرضة وقال إن انتشار كل من الموجات الكهربية والمغناطيسية لاتحتاج إلى وسط مادى وبالتالى الموجات الكهرومغناطيسية لاتحتاج لوسط مادى لتنتشر من خلاله ولذلك تخلى العلماء عن فكرة الأثير نهائياً.

* الفيزياء الحديثة أثبتت مبدأ الطبيعة المزدوجة للموجات والتى تنص على أن للموجات الكهرومغناطيسية طبيعة:

1 **موجية**: فهى موجات مستعرضة.

2 **جسيمية**: " مكونة من جسيمات يطلق عليها فوتونات.

* خصائص الموجات الكهرومغناطيسية:

1 تنتشر فى الأوساط المادية والفراغ.

2 تنتشر فى الفراغ بسرعة ثابتة قدرها 3×10^8 m/s.

3 تتكون من مجالات كهربية ومغناطيسية:

أ مهتزة بتردد معين . ب متفقة فى الطور . ج متعامدة على بعضها وعلى اتجاه انتشار الموجة.

4 جميعها موجات مستعرضة.

5 لها مدى واسع من الموجات والتى تختلف فى التردد والطول الموجى ويسمى هذا المدى بالطيف الكهرومغناطيسى ويشمل:

Subject: Date:

موجات الراديو	الموجات الدقيقة	الأشعة تحت الحمراء	الضوء المرئي	الأشعة فوق البنفسجية	الأشعة السينية	أشعة جاما

← من الواضح إن الضوء المرئي جزء محدود من الطيف الكهرومغناطيسي.

* ممكن أكتبهالك عبارة واحدة علشان أقدر أحفظها بسهولة:

" موجات الراديو موجات دقيقة حمراء ترى بنفسجية ع سينيا جاما.

الأشعة تحت الحمراء - الضوء المرئي - الأشعة فوق البنفسجية - الأشعة السينية - أشعة جاما

خصائص موجات الضوء

الإنعكاس - الإنكسار - التداخل - الحيود

أولاً: انعكاس الضوء

* الضوء بيتحرك في خطوط مستقيمة ولما بيسقط على سطح عاكس زي المرآة مثلاً بيرتد لنفس الوسط ده وهذا ما يسمى **بإنعكاس الضوء** وطبعاً الضوء بيسقط بزاوية وينعكس بزاوية.

- **انعكاس الضوء:** ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحاً عاكساً.

- **زاوية السقوط:** الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

- **زاوية الإنعكاس:** الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

Subject : Date:

* انعكاس الضوء له قانونين :

1 زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس.

2 الشعاع الضوئي الساقط والمنعكس ، والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعاً في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

مسألة ← تتبع مسار الشعاع الضوئي الساقط ، وإذا أصبحت الزاوية بين B ، C تساوي ٣٠ ، احسب زاوية انعكاس الشعاع الضوئي عن المرآة C.

الحل

مبدأياً كده الخط اللي بالشكل ده ////////// يمثل السطح العاكس.

← هنرسم خط مستقيم عمودي على السطح العاكس عند النقطة ① وبعدين نطبق القاعدة إن زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس ← هذه زاوية السقوط

في الحالة الأولى ← الزاوية بين السطحين B ، C تساوي ٦٠ والمطلوب تتبع مسار الشعاع الساقط.

← الشعاع المنعكس من المرآة الأولى هيسقط على المرآة الثانية وهنجيب زاوية السقوط من خلال معرفة الزاوية المتممة ليها وهي (٦٠) واللي هنجيبها من المثلث ، وبعد كدا نطبق القانون مرة تانية واللي بيقول إن زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس. وهيطلع إن الزاوية المتممة لزاوية الإنعكاس تساوي ٦٠ و التي تساوي الزاوية بين المرآة B ، C وبالتالي الشعاع المنعكس من المرآه B هيطلع موازي للمرآة C.

العزيز

Subject : Date:

ف الحالة الثانية ←

زاوية الإنعكاس = ٦٠

← المقصود بزاوية الإنعكاس هنا هي أخر زاوية انعكس بها الشعاع الضوئي.

شوية ملاحيظ من عمك قرمط

1 الشعاع الساقط على السطح العاكس ينعكس على نفسه. علل؟

- لأن زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس = صفر

2 تقدر تشوف صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة بالليل لما يكون خارج الغرفة ظلام شديد، لكن من الصعب إن الكلام دا يحصل بالنهار لما يكون خارج الغرفة مضيء. علل؟

أ لما يكون خارج الغرفة ظلام شديد ← تكون شدة الضوء النافذ من خارج إلى داخل الغرفة منعدمة، لذلك يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس من الضوء داخل الغرفة على الزجاج.

ب لما يكون خارج الغرفة مضيء ← تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى الداخل أكبر من شدة الضوء المنعكس من داخل الغرفة لذلك تصعب رؤية الشخص لصورته بالإنعكاس.

ENG: Ahmed Gamal 01065142409

Subject: Date:

ثانياً: انكسار الضوء

* لما الشعاع الضوئي يسقط على سطح فاصل بين وسطين شفافين و مختلفين في **الكثافة الضوئية** فإن:
- جزء من الشعاع الضوئي ينعكس إلى الوسط الأول.
- جزء ضئيل يُمتص بواسطة الوسط الثاني.
- الجزء المتبقي ينتقل إلى الوسط الثاني منحرفاً عن مساره، والعملية دي اسمها "انكسار الضوء".

الكثافة الضوئية لوسط: قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية المارة خلاله.

* شروط حدوث الانكسار:

1. أن يكون الوسطين مختلفين في الكثافة الضوئية مما يؤدي إلى اختلاف سرعة الضوء في الوسطين.
2. ألا يسقط الشعاع عمودياً على السطح الفاصل والذي يجعل زاوية السقوط تساوي صفر.

انكسار الضوء: انحراف مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية.

زاوية الانكسار: الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين.



* عمنا الضوء له قانونين هما :

- قانونا الانكسار

* القانون الأول : النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول ($\sin \phi$) إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى ($\sin \theta$) تساوى النسبة بين سرعة الضوء فى الوسط الأول (v_1) إلى سرعته فى الوسط الثانى (v_2) وهى نسبة ثابتة لهذين الوسطين ويطلق عليها معامل الانكسار النسبى من الوسط الأول إلى الوسط الثانى ($_1n_2$).

$$_1n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{v_1}{v_2}$$

الشعاع الساقط، ϕ، (زجاج)، (ماء)، v_1، v_2، θ، ($v_1 < v_2$)، الشعاع المنكسر

* القانون الثانى : الشعاع الضوئى الساقط والشعاع الضوئى المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع فى مستوى واحد عمودى على السطح الفاصل.

* بما أن النسبة بين $\sin \phi$ و $\sin \theta$ فى القانون الأول ثابتة وهى $_1n_2$
إذن بزيادة $\sin \phi$ يزداد $\sin \theta$ وبالتالى $\sin \phi \propto \sin \theta$
والنسبة بينهما $_1n_2$ وتساوى الميل.

(رسم بياني: $\sin \phi$ على المحور الرأسي و $\sin \theta$ على المحور الأفقي)

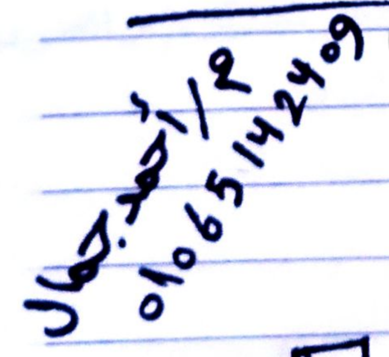
$$\therefore \text{الميل} = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = {_1n_2}$$

حيث $_1n_2$ هى معامل الانكسار النسبى.

* **معامل الانكسار النسبى بين وسطين ($_1n_2$)** : النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى.
أو النسبة بين سرعة الضوء فى الزجاج إلى سرعته فى الماء.

العوامل التى يتوقف عليها معامل الانكسار النسبى بين وسطين :

1. الطول الموجى للضوء الساقط.
2. سرعة الضوء فى وسط السقوط.
3. // // // الانكسار.



معامل الإنكسار المطلق لوسط

* لو سقط ضوء من الفراغ بسرعة ثابتة c وبزاوية سقوط ϕ حيث يسقط على وسط مادى بسرعة V فى الوسط وينكسر بزاوية انكسار θ هتلاقى إن :

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{c}{V}$$

والنسبة اللى قدامك دى .. نسبة ثابتة وتساوى n والذى يطلق عليه **معامل الإنكسار المطلق للوسط.**

- **معامل الإنكسار المطلق لوسط (n) :** النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الفراغ إلى جيب زاوية الإنكسار فى الوسط.

أو النسبة بين سرعة الضوء فى الفراغ إلى سرعته فى الوسط.

علل :

1 معامل الإنكسار المطلق لأى وسط دائماً أكبر من الواحد الصحيح ؟

- لأن سرعة الضوء فى الفراغ أكبر من سرعته فى أى وسط آخر.

2 معامل الإنكسار ليس وحدة قياس ؟

- لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين.

* معامل الإنكسار المطلق لوسط يتناسب عكسياً مع سرعة الضوء فى هذا الوسط $(n \propto \frac{1}{V})$.



م/ أحمد جمال 01065142409

Subject: Date:

* العوامل التي يتوقف عليها معامل الإنكسار المطلق لوسط :

1 الطول الموجي للضوء الساقط.

2 سرعة الضوء في هذا الوسط أو نوع مادة الوسط.

علل - يمكن استخدام ظاهرة انكسار الضوء في تحليل حزمة من الضوء الأبيض إلى مركباتها ذات الأطوال الموجية المختلفة ؟

- لاختلاف معامل الإنكسار المطلق تبعاً للطول الموجي للضوء الساقط مما يؤدي إلى تشتت الضوء الأبيض إلى سبعة ألوان تختلف في أطوالها الموجية.

* استنتاج العلاقة بين معامل الإنكسار النسبي لوسطين ومعامل الإنكسار المطلق

$n = \frac{c}{v} \quad \therefore \longrightarrow n \propto \frac{1}{v} \quad \therefore \longrightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$

$\because {}_1n_2 = \frac{v_1}{v_2} \quad \therefore \longrightarrow {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$

* استنتاج قانون سنل

$\because {}_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \quad , \quad {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$

$\therefore \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_1}$

$\therefore n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

قانون سنل : حاصل ضرب معامل الإنكسار المطلق لوسط السقوط في جيب زاوية السقوط يساوي حاصل ضرب معامل الإنكسار المطلق لوسط الإنكسار في جيب زاوية الإنكسار.



Subject : Date:

علل . الشعاع الضوئى الساقط عمودياً على السطح الفاصل بين وسطين شفافين لايعانى انكساراً ؟

- لأنه تبعاً لقانون سنل ($n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$) ، عندما يسقط الشعاع عمودياً تكون زاوية السقوط ($\phi = 0$) فيصبح ($\sin\phi = 0$) وبالتالى يكون ($n_2 \sin\theta = 0$) ومنها تكون زاوية الإنكسار ($\theta = 0°$) .

مسائل

[1] شعاع ضوئى تردده 4×10^{14} Hz يسقط من الهواء على السطح المستوى لقطعة من الزجاج معامل انكسار مادتها 1.5 ، **احسب** الطول الموجى للشعاع الضوئى خلال الزجاج (علماً بأن : سرعة الضوء فى الهواء 3×10^8 m/s)

الحل

← طالما الشعاع ساقط من الهواء يبقى معامل الإنكسار اللى بيتكلم عليه هو معامل الإنكسار المطلق واللى فيه ←

$$n = \frac{c}{v}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{3 \times 10^8}{v} \Rightarrow v = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$v = \lambda \nu \rightarrow 2 \times 10^8 = \lambda \times 4 \times 10^{14}$$

$$\therefore \lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

[2] إذا سقط شعاع ضوئى على سطح لوح زجاجى معامل انكساره 1.5 بزاوية سقوط 30° ، احسب زاوية الإنكسار .

الحل

← طالما اتكلم عن وسط واحد ، يبقى الوسط الأول هو الهوا وبالتالى :

$$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} \longrightarrow 1.5 = \frac{\sin 30}{\sin\theta} \longrightarrow \theta = 19.47°$$

العزيز

Subject: Date:

٣ إذا كان معامل الإنكسار للماء 1.3 ومعامل الإنكسار للماس 2.4

احسب: أ معامل الإنكسار النسبي من الماس إلى الماء.

ب // // // // الماء // الماس.

الحل

← طالما قال معامل الإنكسار من غير مايقول نسبي ولا مطلق يبقى المقصود بيه المطلق، أما النسبي هو بيقولنا إنه نسبي.

المطلق n ← النسبي $_1n_2$

* في $_1n_2$ ← المقصود بـ 1 هو الوسط المنتقل منه "أي الوسط الأول"

والمقصود بـ 2 // // الثاني.

* عرفنا إن $_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$ أي $n_{\text{الثاني}}{}_{\text{الوسط الأول}} = \frac{n_{\text{الثاني}}}{n_{\text{الأول}}}$

نرجع لمسألتنا ←

أ $_{\text{الماس}}n_{\text{الماء}} = \frac{n_{\text{ماء}}}{n_{\text{ماس}}} = \frac{1.3}{2.4} = 0.54$

ب $_{\text{ماء}}n_{\text{ماس}} = \frac{n_{\text{ماس}}}{n_{\text{ماء}}} = \frac{2.4}{1.3} = 1.85$

٤ شعاع ضوئي يسقط على السطح الفاصل بين وسطين فإذا كانت الزاوية بين الشعاع الساقط والسطح الفاصل 40° وزاوية الإنكسار في الوسط الثاني 30° احسب معامل الإنكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني.

الحل

← الراجل بيقولي زاوية سقوط وزاوية انكسار ومعامل الإنكسار النسبي، مش محتاجة يعني ...

$$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{\sin 50}{\sin 30} = 1.53$$

العزيز

5 فى الشكل المقابل : شعاع ضوئى يسقط على السطح الفاصل بين الهواء و الماء ثم ينعكس بواسطة مرآة تحت سطح الماء

(هواء) (ماء) 60° 30

أوجد :

أ زاوية السقوط عندما يدخل الماء.

ب زاوية الإنكسار عندما يغادر الماء (علماً بأن : $n_{ماء} = 1.33$)

الحل

أ واضح من الشكل إن زاوية الإنكسار = 30°

$$n_{ماء} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

$$\therefore 1.33 = \frac{\sin\phi}{\sin 30} \therefore \longrightarrow \sin\phi = 0.665 \therefore \longrightarrow \phi = 41.68^\circ$$

ب يسقط الشعاع عمودياً على سطح المرآة فينعكس على نفسها ويسقط على السطح الفاصل بزاوية 30° أى أن ($\phi = 30^\circ$)

← من قانون الحج سنل ← $n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

$$\therefore n_{ماء} \sin 30 = n_{هواء} \sin\theta$$

$$\therefore 1.33 \sin 30 = \sin\theta$$

$$\therefore \theta = 41.68^\circ$$

← كما تلاحظ عزيزى المشاهد ← معامل الإنكسار المطلق للهواء = 1

م / أحمد جمال
01065142409

م / أحمد جمال 01065142409

Subject : Date:

ثالثاً : تداخل الضوء

* تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج

- الغرض منها : [1] توضيح ظاهرة التداخل في الضوء.
[2] تعيين الطول الموجي لأي ضوء أحادي اللون.

* الجهاز المستخدم :

- مصدر ضوء أحادي اللون. علل؟
حتى يكون للطول الموجي قيمة واحدة ثابتة.
- حاجز به فتحة ضيقة مستطيلة S على بُعد مناسب من المصدر الضوئي.
- حاجز به فتحتان ضيقتان مستطيلتان S_1 ، S_2 تعملان كشق مزدوج.
- حائل لاستقبال الموجات.

* الخطوات :

[1] عند تشغيل مصدر الضوء، هلاقي إن الضوء يمر من الفتحة S على شكل موجات اسطوانية.

[2] هتروح الموجات دي على الفتحتين S_1 ، S_2 وطبعاً الفتحتين دول على نفس صدر الموجة فتعملان كمصدرين مترابطين، يعني يصدروا موجات لها نفس التردد والسعة والطور.

٣) هتطلع الموجات من الفتحتين وتتراكب على الحائل مكونة ...... هدب تداخل.

* **صدر الموجة:** سطح عمودي على اتجاه انتشار الموجة تكون جميع نقاطه لها نفس الطور.

* **المصادر الضوئية المترابطة:** المصادر التي تصدر موجات متساوية في التردد والسعة ولها نفس الطور.

* **هُدب التداخل:** مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين.

تنقسم هدب التداخل إلى:

هدب مضيئة	هدب مظلمة
- مناطق مضيئة نتيجة تقابل قمة موجة طالعة من الفتحة S_1 مع قمة موجة طالعة من الفتحة S_2 أو تقابل قاع مع قاع.	- مناطق مظلمة نتيجة تقابل قمة من S_1 مع قاع من S_2 أو قاع من S_1 مع قمة من S_2.
- يكون فرق المسار بين الموجتين المتداخلتين صفر أو λ أو 2λ ... $m\lambda$ ويسمى هذا التداخل **تداخل بنّاء.**	- يكون فرق المسار بين الموجتين المتداخلتين $\frac{1}{2}\lambda$ أو $\frac{3}{2}\lambda$ ... $(m+\frac{1}{2})\lambda$ ويسمى هذا التداخل **تداخل هدّام.**

حيث m هو عدد صحيح يمثل رتبة التداخل

* لو عندنا هدبتين متتاليتين من نوع واحد سواء كانوا مضيئتين أو مظلمتين أقدر أعين المسافة بينهم (Δy) من العلاقة

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

λ ← الطول الموجي للضوء المستخدم ، R ← المسافة بين الحائل والشقين.

d ← المسافة بين الشقين.

العزيز

* ما هو شرط حدوث التداخل في الضوء ؟
- أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادي الطول الموجي .
- أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان

* تداخل الضوء : ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين، وينتج عنها تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع وانعدامها في مواضع أخرى .

* التداخل البناء : تداخل ينتج عنه تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع نتيجة تقابل قمة إحدى الموجتين مع قمة الموجة الأخرى أو القاع مع القاع .

* التداخل الهدام : تداخل ينتج عنه انعدام لشدة الضوء في بعض المواضع نتيجة تقابل قمة إحدى الموجتين مع قاع الموجة الأخرى أو العكس .

علل . الموجتان المتساويتان في المسار ينتج عنهما ما يعرف بالهدبة المركزية وهي دائماً هدبة مضيئة ؟
- لأن فرق المسار عندها = صفر فيكون التداخل بناء .

* العوامل التي تتوقف عليها المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع :

- واضح من العلاقة $\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$ إنها بتتوقف على λ وهو الطول الموجي للضوء المستخدم " علاقة طردية " و R وهو المسافة بين الحائل والشقين " علاقة طردية " و d وهي المسافة بين الشقين " علاقة عكسية " حيث يزداد التداخل وضوحاً كلما قلت المسافة بين الشقين .







ENG: Ahmed Gamal 01065142409

Subject: Date:

مسائل

1 سقط ضوء أحادى اللون طول موجته 66×10^{-8} m على شق مزدوج وكانت المسافة بين مركزى الفتحتين المستطيلتين 11×10^{-4} m والمسافة الفاصلة بين الحائل والشق المزدوج 1m ، احسب المسافة بين مركزى هدبتين من نفس النوع.

الحل

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d} = \frac{66 \times 10^{-8} \times 1}{11 \times 10^{-4}} = 6 \times 10^{-4}\ m$$

2 إذا كانت المسافة بين المصدرين المترابطين 1.6 mm وتكونت هدب على حائل يبعد 60 cm عن الشق المزدوج ، وكانت الهدبة الثالثة المضيئة على بعد 0.6 mm من الهدبة المركزية ، أوجد الطول الموجى للضوء المستخدم.

الحل

المسافة من الهدبة الأولى إلى الثالثة تساوى 0.6 mm ولكن Δy المستخدمة فى القانون تعبر عن المسافة بين هدبتين متتاليتين يعنى مثلاً من الهدبة الأولى إلى الثانية وهى تساوى نصف المسافة من الأولى للثالثة.

$$\therefore \Delta y = \frac{1}{2} \times 0.6 = 0.2\ mm$$

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

$$\therefore 0.2 \times 10^{-3} = \frac{\lambda \times 60 \times 10^{-2}}{1.6 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore \lambda = 5.33 \times 10^{-7}\ m$$

ملحوظة ← كل الوحدات اللى عندى لازم أحولها للوحدات الدولية مثل: الطول بالمتر والزمن بالثانية .

3 احسب تردد الضوء المستخدم في تجربة الشق المزدوج إذا كانت المسافة بين الفتحتين الضيقتين 0.00015 m (d) والمسافة بين الحائل المعد لاستقبال الهدب والشق المزدوج 0.75 m (R) وكانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 0.002 m (Δy) علماً بأن (سرعة الضوء في الهواء 3×10^{8} m/s)

الحل

كل الأدلة تشير إلى استخدام القانون ده ← $\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$ واللي هجيب منه λ ومنها $\nu = \frac{c}{\lambda}$.

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d} \longrightarrow 0.002 = \frac{\lambda \times 0.75}{0.00015}$$

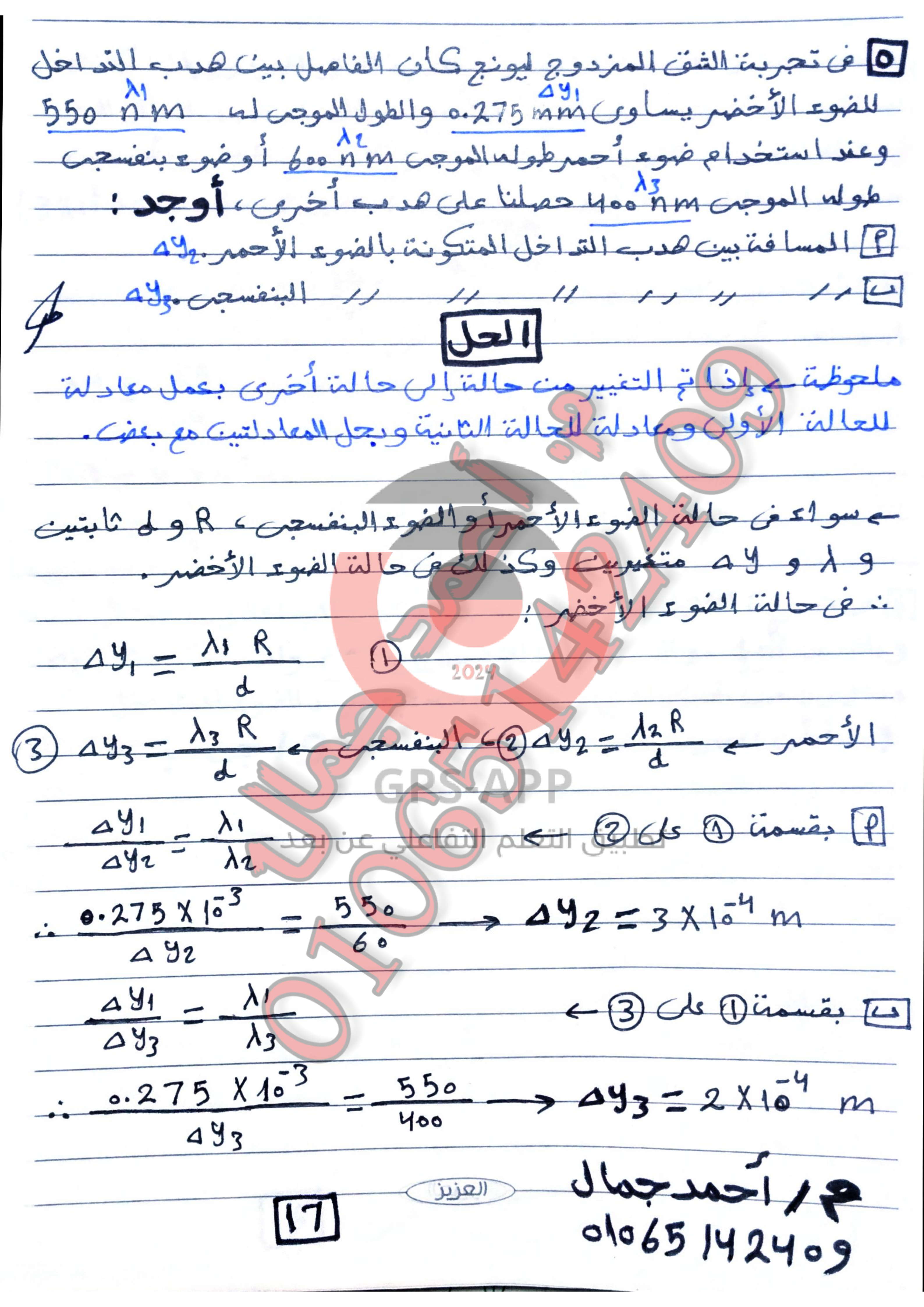
$$\lambda = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{4 \times 10^{-7}} = 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

---

4 في تجربة الشق المزدوج ليونج إذا كانت المسافة بين الحائل والشقين 1 m (R)، والمسافة بين الشقين 0.2 mm (d) والمسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع 0.003 m (Δy) **احسب** تردد الضوء المتداخل (علماً بأن: سرعة الضوء 3×10^{8} m/s).

واجب



5 في تجربة الشق المزدوج ليونج كان الفاصل بين هدب التداخل للضوء الأخضر يساوي 0.275 mm (Δy_1) والطول الموجي له 550 nm (λ_1) وعند استخدام ضوء أحمر طوله الموجي 600 nm (λ_2) أو ضوء بنفسجي طوله الموجي 400 nm (λ_3) حصلنا على هدب أخرى، **أوجد :**

أ المسافة بين هدب التداخل المتكونة بالضوء الأحمر. Δy_2

ب ‏ ‏// // // // // البنفسجي. Δy_3

الحل

ملحوظة ← إذا تم التغيير من حالة إلى حالة أخرى بعمل معادلة للحالة الأولى ومعادلة للحالة الثانية ونحل المعادلتين مع بعض.

← سواء في حالة الضوء الأحمر أو الضوء البنفسجي ، R و d ثابتين و λ و Δy متغيرين وكذلك في حالة الضوء الأخضر.

∴ في حالة الضوء الأخضر :

$$\Delta y_1 = \frac{\lambda_1 R}{d} \quad (1)$$

الأحمر ← $\Delta y_2 = \frac{\lambda_2 R}{d}$ (2) ، البنفسجي ← $\Delta y_3 = \frac{\lambda_3 R}{d}$ (3)

أ بقسمة (1) على (2) ←

$$\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\therefore \frac{0.275 \times 10^{-3}}{\Delta y_2} = \frac{550}{600} \longrightarrow \Delta y_2 = 3 \times 10^{-4}\ m$$

ب بقسمة (1) على (3) ←

$$\frac{\Delta y_1}{\Delta y_3} = \frac{\lambda_1}{\lambda_3}$$

$$\therefore \frac{0.275 \times 10^{-3}}{\Delta y_3} = \frac{550}{400} \longrightarrow \Delta y_3 = 2 \times 10^{-4}\ m$$

م / أحمد جمال
01065142409

م/أحمد جمال 01065142409

Subject : Date:

رابعاً: حيود الضوء

كيفية حدوثه:

- لما موجات ضوء أحادى اللون تسقط على حاجز هنلاقيها:

أ) تغير اتجاه انتشارها ... أى تحيد عن اتجاهها.

ب) تتداخل الموجات مع بعضها خلف الحاجز لتعطى هدب الحيود.

- يظهر على الحائل بقعة دائرية مضيئة يطلق عليها **قرص إيرى** ولما درسنا البقعة المضيئة دى عن قرب، ظهر وجود هدب مضيئة وأخرى مظلمة.

هدب الحيود: مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تداخل موجات الضوء التى حدث لها حيود.

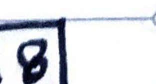
حيود الضوء: ظاهرة تغير مسار موجات الضوء عند مرورها خلال فتحة ضيقة مما يؤدى إلى تراكب الموجات وتكون هدب مضيئة وأخرى مظلمة.

قرص إيرى: بقعة مضيئة مركزية تتكون عند حيود الضوء من فتحة دائرية وتكون شدة الضوء فيها أعلى ما يمكن.

علل. لا يوجد فرق جوهرى بين نموذجى التداخل والحيود؟

- لأن كل منهما ظاهرة موجية تنشأ من تراكب الموجات.





	ظاهرة الانعكاس	ظاهرة الانكسار	ظاهرة التداخل	ظاهرة الحيود
الشكل	الشعاع الساقط، الشعاع المنعكس، ϕ ϕ، السطح العاكس	الشعاع الساقط، ϕ، الشعاع المنكسر، θ	حاجز به شق مزدوج، موجات أسطوانية، حائل لاستقبال الهدب، مصدر ضوء أحادي اللون، هدبة مركزية مضيئة، R	حاجز، حائل، R، قرص إيرى، θ، أشعة متوازية لضوء أحادي اللون من المصدر، البقعة الثانوية المضيئة الأولى
التعريف	ارتداد الأشعة الضوئية فى نفس الوسط عندما تقابل سطحًا عاكسًا	انحراف مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية	ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنها تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع وانعدام فى شدة الضوء فى مواضع أخرى	ظاهرة تغير مسار موجات الضوء عند مرورها خلال فتحة ضيقة مما يؤدى إلى تراكب الموجات وتكُون هُدب مضيئة وأخرى مظلمة
مكان الحدوث	عند السطح العاكس فى نفس الوسط	عند السطح الفاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة الضوئية	فى نفس الوسط خلف الشق المزدوج	عند فتحة فى عائق أو حافة حاجز فى نفس الوسط
شرط الحدوث	أن تقابل موجات الضوء سطح عاكس	أن يكون الوسطين الشفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية	* أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادى الطول الموجى. * أن يكون المصدران الضوئيان مترابطان أى لهما نفس التردد والسعة والطور.	أن تكون أبعاد فتحة العائق مقاربة للطول الموجى لموجة الضوء والعكس صحيح

م/أحمد جمال
01065142409

* الفيزياء ببساطة

"معاً للإستمتاع بالفيزياء"





م / أحمد جمال 01065142409

Subject : Date:

الفصل الثانى

الدرس الثانى

أولاً : الإنعكاس الكلى

* **كيفية حدوثه:** عندى وسطين ... وسط أكبر فى الكثافة الضوئية كالماء ووسط أقل فى الكثافة الضوئية كالهواء ، وعاوزين نسقط شعاع ضوئى من الماء وهو الوسط الأكبر إلى الهواء وهو الوسط الأقل فهنلاقى إن الشعاع الضوئى بينكسر مبتعداً عن العمود كما بالشكل (أ).

هواء
ماء
θ
ϕ
مصدر ضوئى
(أ)

- لما بزود زاوية السقوط فى الماء تزداد زاوية الإنكسار فى الهواء.
- لما توصل زاوية السقوط إلى قيمة معينة تصبح زاوية الإنكسار أكبر قيمة لها وتساوى 90° أى يخرج الشعاع المنكسر موازياً للسطح الفاصل ، ويُطلق على زاوية السقوط فى هذه الحالة **الزاوية الحرجة (ϕ_c)** (شكل ب).

هواء
ماء
ϕ_c
مصدر ضوئى
(شكل ب)

- لما بزود زاوية السقوط عن الزاوية الحرجة هنلاقى إن الشعاع لاينفذ إلى الوسط الأقل فى الكثافة الضوئية ولكن بينعكس انعكاس كلى (ح).

هواء
ماء
انعكاس كلى
مصدر ضوئى
(شكل حـ)

الزاوية الحرجة بين وسطين (ϕ_c) : زاوية سقوط فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار فى الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوى 90°.

الانعكاس الكلى : انعكاس الشعاع الضوئى داخل الوسط الأكبر كثافة ضوئية عندما تكون زاوية سقوطه أكبر من الزاوية الحرجة بين الوسطين.

شروط حدوث الإنعكاس الكلى

(١) سقوط الأشعة من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية.
(٢) أن تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية بين الوسطين.

استنتاج العلاقة بين جيب الزاوية الحرجة ومعامل الإنكسار لوسط :

- من قانون سنل : $\therefore n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$

ولكن زاوية السقوط تساوى الزاوية الحرجة وزاوية الإنكسار = ٩٠°

$\therefore \phi = \phi_c \quad , \quad \theta = 90^\circ$

$\therefore n_1 \sin\phi_c = n_2 \sin 90 \quad , \quad \sin 90 = 1$

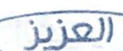
$$\therefore \sin\phi_c = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$$

وعندما يكون الوسط الأقل كثافة ضوئية هو الهواء فإن :

$n_2(\text{هواء}) = 1 \quad , \quad n_1 = n$

$$\therefore \sin\phi_c = \frac{1}{n}$$

حيث n معامل الإنكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية.



ENG: Ahmed Gamal 01065142409

Subject: Date:

مسائل

القوانين المستخدمة :

$* \sin\phi_c = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$ ، $\sin\phi_c = \frac{1}{n}$ ، $n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$

(n_2 القيمة الأقل ، n_1 القيمة الأكبر)

[1] إذا سقط شعاع ضوئي على سطح سائل وكانت زاوية السقوط 30° وزاوية الإنكسار 22° ، **احسب** الزاوية الحرجة للشعاع عندما ينتقل من السائل إلى الهواء.

الحل

$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{\sin 30}{\sin 22} = 1.355$

$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.355}$

$\therefore \phi_c = 79.11°$

[2] إذا كان معامل الإنكسار المطلق لكل من الزجاج والماء 1.6 ، 1.33 على الترتيب ، **احسب** :

[a] الزاوية الحرجة لكل منهما.

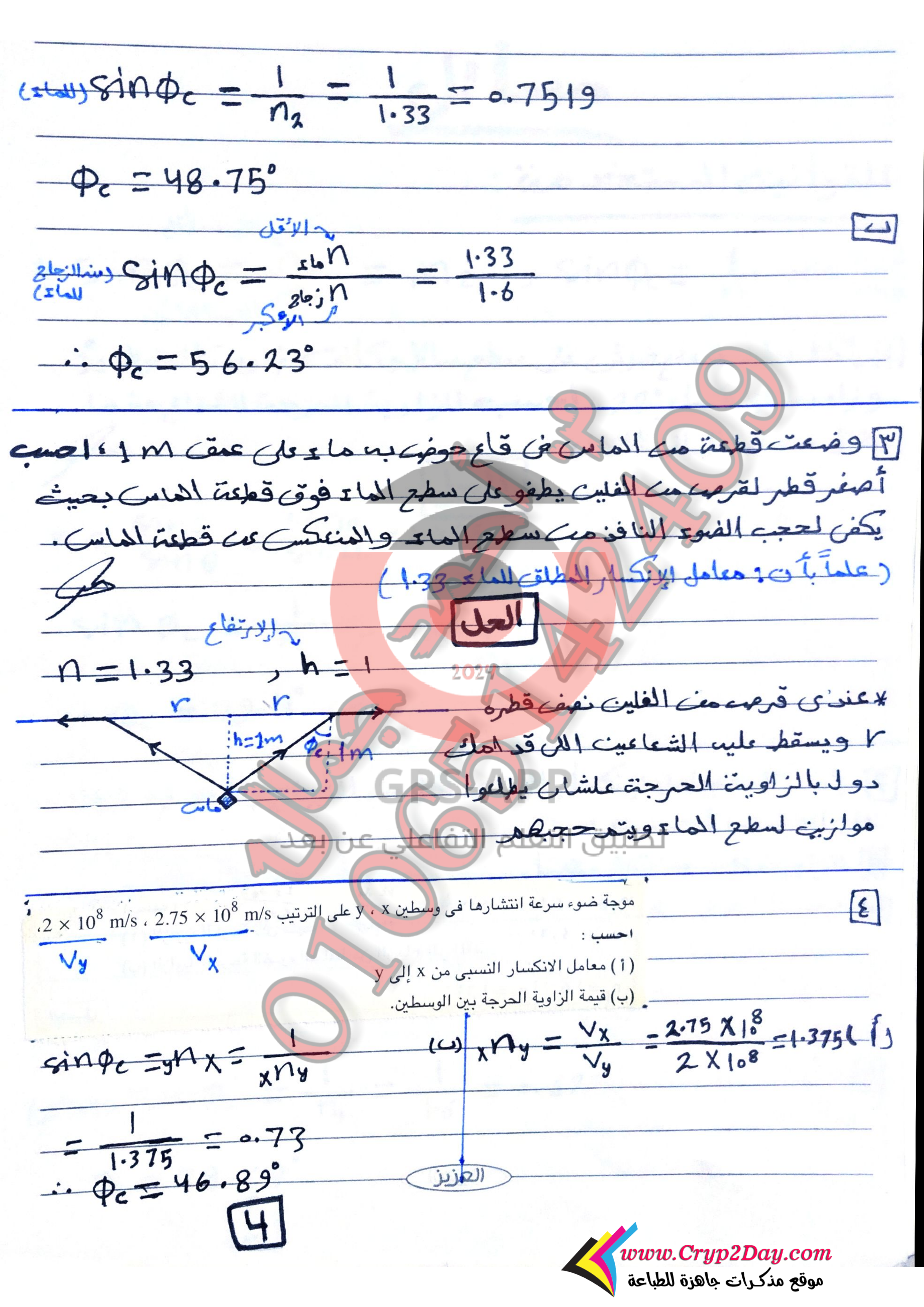
[b] // // للضوء الساقط من الزجاج إلى الماء.

الحل

$n_1 = 1.6$ زجاج ، $n_2 = 1.33$ ماء

[a] (للزجاج) $\sin\phi_c = \frac{1}{n_1} = \frac{1}{1.6} = 0.625$

$\therefore \phi_c = 38.68°$



(للماء) $\sin\phi_c = \frac{1}{n_2} = \frac{1}{1.33} = 0.7519$

$\phi_c = 48.75°$

ب

(وسط الزجاج للماء) $\sin\phi_c = \frac{n_{ماء}}{n_{زجاج}} = \frac{1.33}{1.6}$ (الماء ← الأقل ، الزجاج ← الأكبر)

$\therefore \phi_c = 56.23°$

3) وضعت قطعة من الماس في قاع حوض به ماء على عمق 1 m ، احسب أصغر قطر لقرص من الفلين يطفو على سطح الماء فوق قطعة الماس بحيث يكفي لحجب الضوء النافذ من سطح الماء والمنعكس عن قطعة الماس.

(علماً بأن: معامل الانكسار المطلق للماء 1.33)

الحل

$n = 1.33$, $h = 1$ (الارتفاع)

* عندي قرص من الفلين نصف قطره r ويسقط عليه الشعاعين اللي قدامك دول بالزاوية الحرجة علشان يطلعوا موازيين لسطح الماء ويتم حجبهم

4) موجة ضوء سرعة انتشارها في وسطين x ، y على الترتيب 2.75×10^8 m/s (V_x) ، 2×10^8 m/s (V_y)،

احسب :

(أ) معامل الانكسار النسبي من x إلى y

(ب) قيمة الزاوية الحرجة بين الوسطين.

(أ) $_x n_y = \frac{V_x}{V_y} = \frac{2.75 \times 10^8}{2 \times 10^8} = 1.375$

(ب) $\sin\phi_c = {}_y n_x = \frac{1}{_x n_y} = \frac{1}{1.375} = 0.73$

$\therefore \phi_c = 46.89°$

م/ أحمد جمال 01065142409

Subject : Date:

* تطبيقات على الإنعكاس الكلي للضوء

الألياف الضوئية (البصرية) — المنشور العاكس — السراب

١ الألياف الضوئية

التركيب

قضيب مصمت مش فارغ من جواه والقضيب ده رفيع من مادة مرنة شفافة وطبعاً مرنة يعني بتاخدوتدي معاك ، وممكن أجمع الألياف الضوئية في حزم مكونة من آلاف الألياف.

الألياف الضوئية : قضيب مصمت رفيع من مادة مرنة شفافة إذا دخل الضوء من أحد طرفيه فإنه يعاني انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر.

* ماذا يحدث عند سقوط شعاع ضوئي على أي جزء من الجدار الداخلي لليفة الضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة ؟
يلقى هذا الشعاع انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر لليفة الضوئية دون فقد يذكر في الشدة الضوئية.

*** الإستخدام :** ١ الوصول إلى أماكن يصعب توصيل الضوء إليها.
٢ نقل الضوء في مسارات منحنية بدون فقد يذكر في الشدة الضوئية.
٣ الفحوص الطبية مثل المناظير الطبية.
٤ الإتصالات عن طريق تحويل الإشارات الكهربية إلى ضوئية في كابلات الألياف الضوئية.

٢ المنشور العاكس

- منشور ثلاثي من الزجاج زواياه (45°، 45° ، 90°)

45° 45°

علل : يفضل المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس (المرآة) في بعض الأجهزة البصرية ؟

- لأن المنشور يسبب للضوء الساقط عمودياً عليه انعكاساً كلياً وبالتالي ينعدم الفقد في الطاقة الضوئية بينما لا يوجد سطح عاكس كفائته 100% .
- السطح العاكس تقل كفائته عندما يفقد بريقه وهذا لا يحدث في المنشور.

* كيفية عمل المنشور :-

1 تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار 90°

45° 45° 45° 45°

- يسقط الشعاع عمودياً على أحد الضلعين القائمين في المنشور فينفذ على استقامته ليسقط على السطح المقابل للزاوية القائمة بزاوية 45° .
- ينعكس هذا الشعاع انعكاس كلي بزاوية 45° لأن الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء 42° .
- الشعاع المنعكس هيخرج عمودياً من الضلع الأخر للزاوية القائمة .

2 تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار 180°

45° 45°

- يسقط الشعاع عمودياً على السطح المقابل الزاوية القائمة فينفذ على استقامته ليسقط على أحد الضلعين القائمين بزاوية 45° .
- //
- الشعاع المنعكس هيسقط بزاوية 45° ع الضلع القائم الأخر وهينعكس منه بزاوية 45° ليسقط على الضلع المقابل للقائمة ويخرج منها عمودياً .

علل • تغطى أوجه المنشور العاكس بطبقة رقيقة من مادة غير عاكسة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم ؟

- لتجنب الفقد الحادث فى الأشعة الضوئية عند دخولها أو خروجها من المنشور فتزداد كفاءة المنشور.

٢ السراب

وانت راكب العربية فى يوم شديد الحرارة وماشى عالطريق هتلاقى الطريق كأنه مغطى بالماء، وبتشوف للنخل فى الصحراء صور مقلوبة مثل التى تحدث بالإنعكاس عن سطح الماء، فهتفكر إن فيه ماء وهو أصلاً مفيش لكن حصل ظاهرة اسمها **السراب**.

* تفسير ظاهرة السراب

- فى الأيام شديدة الحرارة هتلاقى إن درجة حرارة طبقات الهواء الملامسة لسطح الأرض بترتفع فتقل كثافتها عن كثافة الطبقات التى تعلوها وبالتالى تصبح معاملات انكسار طبقات الهواء العليا أكبر من اللى تحتها $(n_1 > n_2)$.
- عند انتقال شعاع ضوئى لقمة نخلة مثلاً من طبقات الهواء العليا إلى الطبقات التى تحتها فإنه ينكسر مبتعداً عن العمود تبعاً لقانون سنل $\left(\frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_1}\right)$.
- انحراف الشعاع الضوئى بيزيد متخذاً مساراً منحنياً.
- لما تصبح زاوية السقوط فى إحدى الطبقات أكبر من الزاوية الحرجة للطبقة اللى تحتها هتلاقى إن الشعاع الضوئى ينعكس انعكاساً كلياً متخذاً مساراً منحنياً إلى أعلى حتى يصل إلى العين فترى العين النخلة مقلوبة وكأنها صورة منعكسة من سطح الماء.

م / أحمد جمال
01065142409

م/ أحمد جمال
01065142409

Subject : Date:

الدرس الثانى
الجزء الثانى

تحليل الضوء الأبيض

- عندما يسقط الضوء الأبيض على منشور ثلاثى فى وضع معين فإن الضوء الخارج يتحلل إلى ألوان الطيف.

أنواع المنشور الثلاثى :

1 المنشور العادى. 2 المنشور الرقيق.

1 المنشور العادى

- لو سقط شعاع ضوئى على الوجه (bX) للمنشور فينكسر داخل المنشور حتى يسقط على (by) ثم يخرج من المنشور.
- الشعاع الضوئى انكسر مرتين وبالتالى هو انحرف عن مساره بزاوية يطلق عليها زاوية الإنحراف (α).

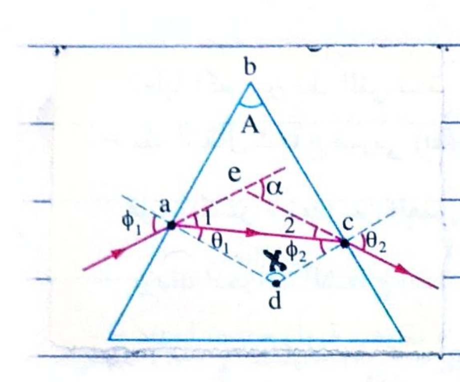
زاوية الإنحراف فى المنشور: الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادى الشعاعين الساقط و الخارج من المنشور الثلاثى.

زاوية رأس المنشور: الزاوية المحصورة بين وجهى المنشور، أحدهما يدخل فيها الشعاع الضوئى و الآخر يخرج منه الشعاع الضوئى.

العزيز



استنتاج قوانين المنشور الثلاثي



* الشكل abcd رباعي دائري وبالتالي مجموع أي زاويتين متقابلتين = 180°

$\therefore A + X = 180$

$\therefore X = 180 - A$ ①

في المثلث acd ← مجموع زوايا = 180°

(زاوية الإنكسار الأولى ← θ_1 ، زاوية السقوط الثانية ← ϕ_2)

$\therefore \theta_1 + \phi_2 + X = 180$ ②

بالتعويض من ① في ②

$\therefore \theta_1 + \phi_2 + 180 - A = 180$

$$\therefore \boxed{A = \theta_1 + \phi_2}$$

* تعالى ندخل على زاوية الإنحراف (α):

← زاوية الإنحراف (α) خارجة عن المثلث aec وبالتالي فهي تساوي مجموع زوايا المثلث ما عدا المجاورة.

$\therefore \alpha = \hat{1} + \hat{2} = (\phi_1 - \theta_1) + (\theta_2 - \phi_2)$

$\therefore \alpha = \theta_2 + \phi_1 - (\theta_1 + \phi_2)$ ← A



$$\therefore \boxed{\alpha = \theta_2 + \phi_1 - A}$$

* إذا أردنا ياصديقى أن نتتبع مسار شعاع ضوئى ساقط على منشور ثلاثى فلابد أن نراعى ما هو آتى :

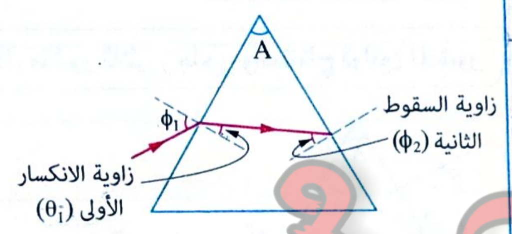
أولاً زاوية السقوط الأولى (ϕ_1)

(ϕ_1 بالنسبة للصفر)

فإذا كانت

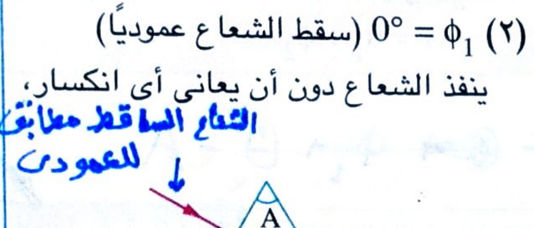
(١) $0° < \phi_1$

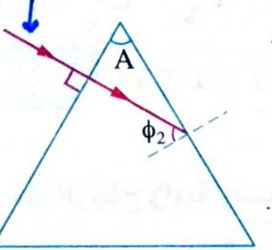
ينكسر الشعاع داخل المنشور ويسقط على الوجه المقابل.



(٢) $\phi_1 = 0°$ (سقط الشعاع عمودياً)

ينفذ الشعاع دون أن يعانى أى انكسار.







وتكون

$A = \theta_1 + \phi_2$, $\sin\theta_1 = \dfrac{\sin\phi_1}{n}$

$A = \phi_2$, $\phi_1 = \theta_1 = 0°$

ثانياً زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)

(ϕ_2 بالنسبة للزاوية الحرجة ϕ_c)

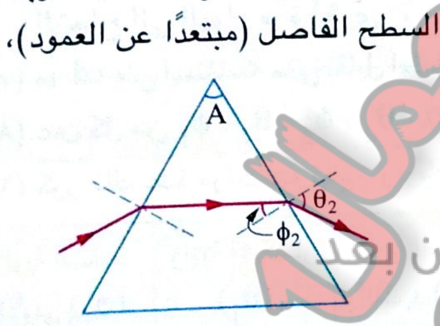
فإذا كانت

(١) $\phi_2 > \phi_c$ (الزاوية الحرجة للمنشور)

ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً داخل المنشور.

(٢) $\phi_2 < \phi_c$

ينكسر الشعاع خارج المنشور مقترباً من السطح الفاصل (مبتعداً عن العمود).



وتكون

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس (ϕ_2)

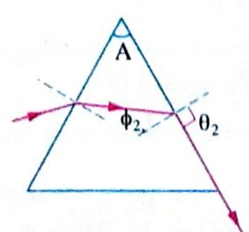
$\sin\theta_2 = n\sin\phi_2$

ثالثاً زاوية الخروج (θ_2)

فإذا كانت

(١) $\theta_2 = 90°$

يخرج الشعاع مماساً للسطح الفاصل.



(٢) $\theta_2 = 0°$

يخرج الشعاع عمودياً على الوجه المقابل للمنشور.

وتكون

$A = \theta_1 + \phi_c$, $\phi_2 = \phi_c$

$A = \theta_1$, $\phi_2 = \theta_2 = 0°$

ENG: Ahmed Gamal 01065142409

Subject: Date:

قوانين

المنشور العادى

زاوية رأس المنشور

$A = \theta_1 + \phi_2$

زاويتا الإنحراف

$\alpha = \theta_2 + \phi_1 - A$

فإذا

سقط الشعاع عمودياً

$\phi_1 = \theta_1 = 0^\circ$

$A = \phi_2$

$\alpha = \theta_2 - \phi_2$

خرج الشعاع عمودياً

$\phi_2 = \theta_2 = 0^\circ$

$A = \theta_1$

$\alpha = \phi_1 - \theta_1$

خرج الشعاع مماساً

$\phi_2 = \phi_c$ و $\theta_2 = 90^\circ$

$A = \theta_1 + \phi_c$

$\alpha = \phi_1 + 90 - A$

مسائل

1 سقط شعاع ضوئى فى الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثى زجاجى زاوية رأسه 72° (A) فانكسر الشعاع بزاوية 30° (θ_1) وخرج مماساً للوجه الآخر، أوجد:

أ الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء. ϕ_c

ب معامل انكسار مادة المنشور. n

ج جيب زاوية السقوط الأولى. $\sin \phi_1$

الحل

ملحوظة ← زوايا السقوط يُرمز لها بالرمز ϕ و الإنكسار بـ θ

أ من المعروف إن الزاوية الحرجة تمثل زاوية سقوط فى وسط يقابلها زاوية انكسار فى الوسط الأخر تساوى 90° ولأن زاوية الإنكسار هتظهر بعد الخروج من الوجه الثانى للمنشور تصبح الزاوية الحرجة هى ϕ_2 .

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

$$72 = 30 + \phi_2 \longrightarrow \phi_2 = 42^\circ$$

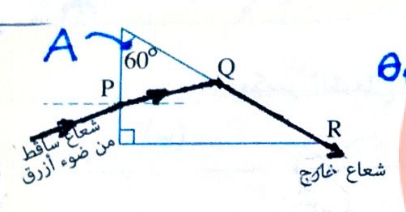
$$\phi_c = \phi_2 = 42^\circ$$

ب $$n = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\sin 42^\circ} = 1.49$$

حـ $$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \longrightarrow 1.49 = \frac{\sin\phi_1}{\sin 30}$$

$$\therefore \sin\phi_1 = 0.745$$

م



إذا سقط الشعاع الأزرق على أحد أوجه المنشور عند النقطة (P) وكانت زاوية الانكسار 23° ثم سقط على الوجه الآخر عند النقطة (Q) وخرج الشعاع مماسًا للسطح QR، **أوجد :**

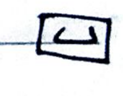
(أ) الزاوية الحرجة للضوء الأزرق.

(ب) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأزرق.

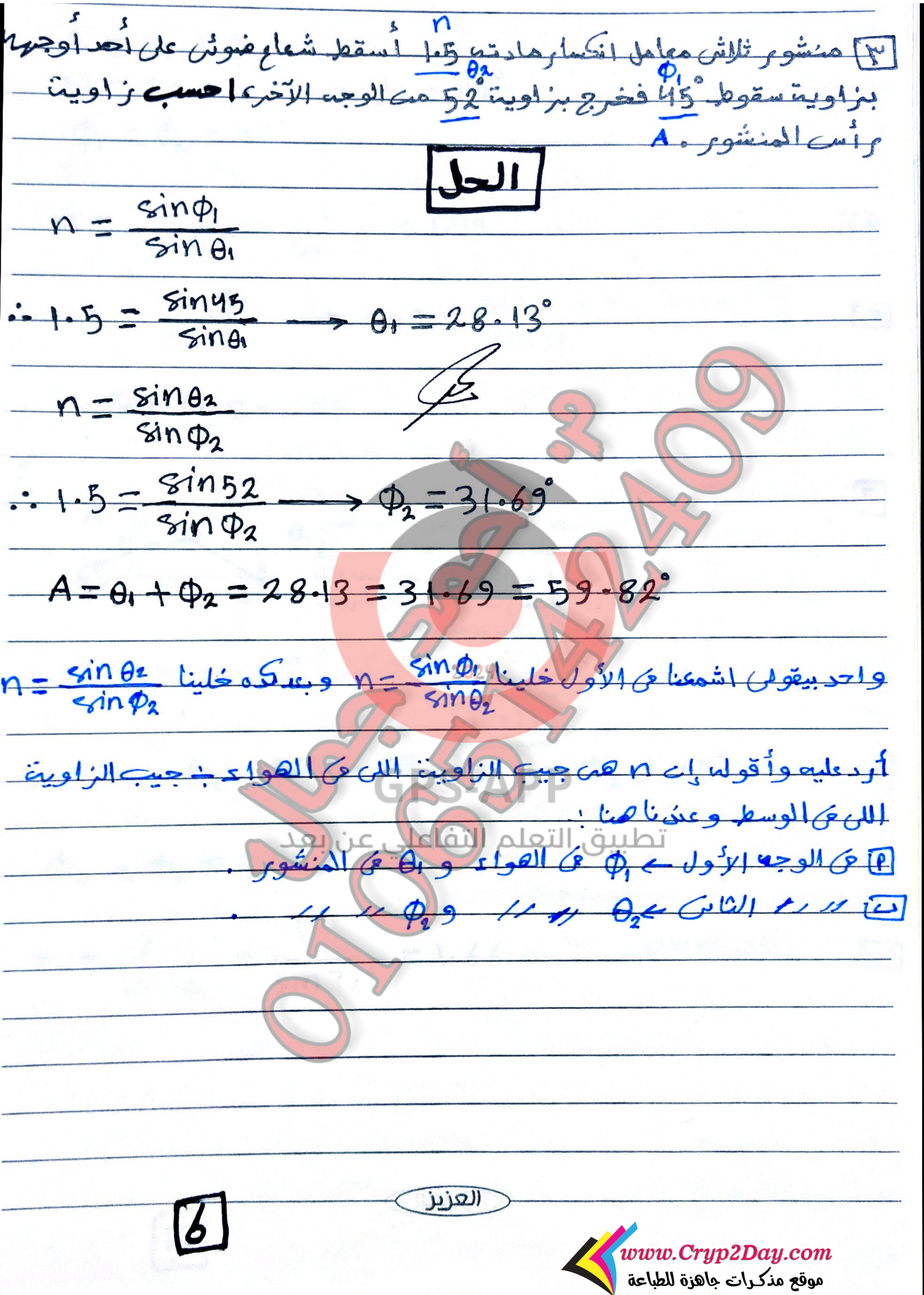
الحل

أ $$A = \theta_1 + \phi_2 \quad , \quad 60 = 23 + \phi_2 \longrightarrow \phi_2 = 37^\circ$$

$$\phi_c = \phi_2 = 37^\circ$$



$$n = \frac{1}{\sin\phi_c} = \frac{1}{\sin 37^\circ} = 1.66$$



٣ منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 (n) أسقط شعاع ضوئي على أحد أوجهه بزاوية سقوط 45° (ϕ_1) فخرج بزاوية 52 (θ_2) من الوجه الآخر، احسب زاوية رأس المنشور A.

الحل

$$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin 45}{\sin\theta_1} \longrightarrow \theta_1 = 28.13^\circ$$

$$n = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin 52}{\sin\phi_2} \longrightarrow \phi_2 = 31.69^\circ$$

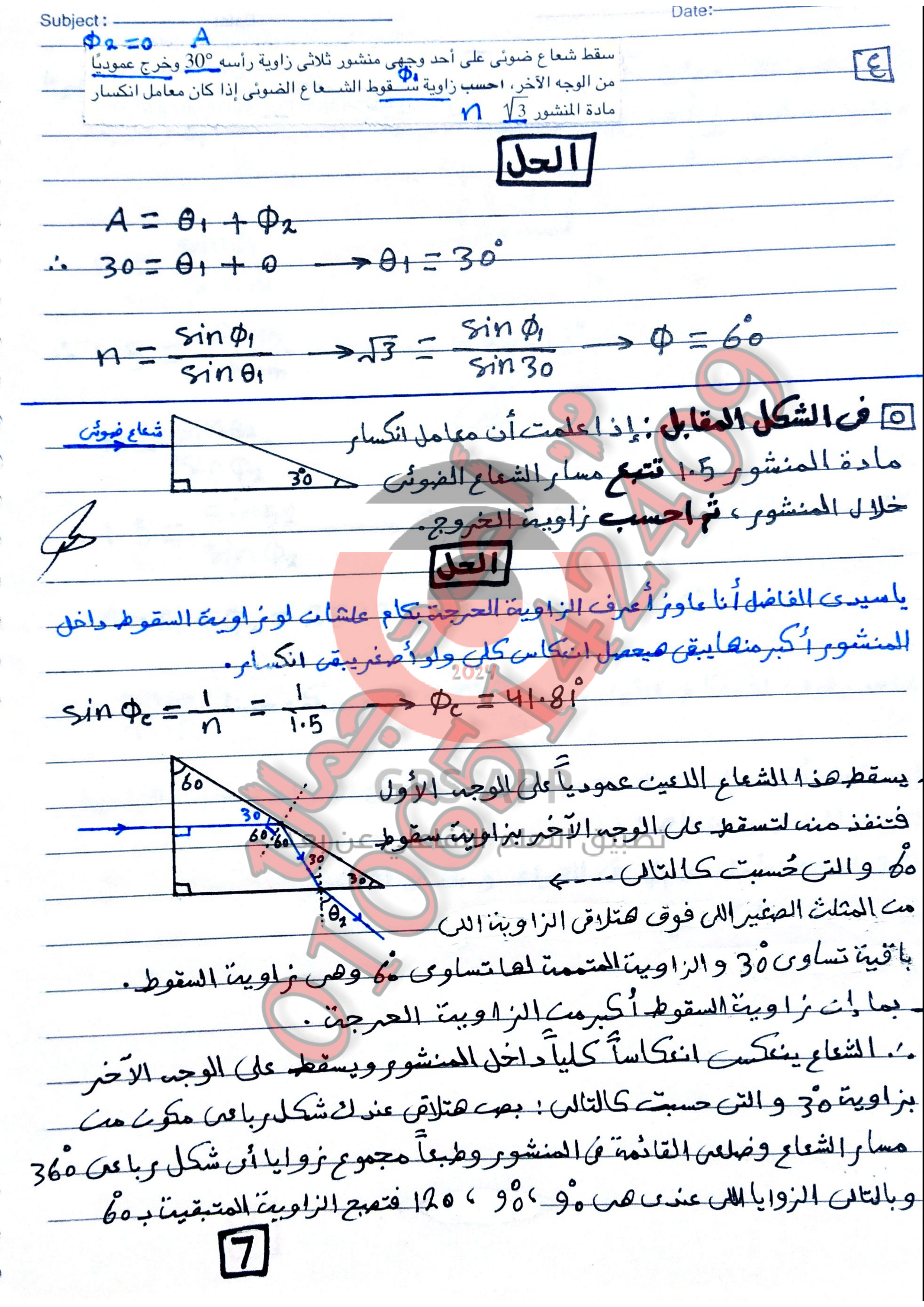
$$A = \theta_1 + \phi_2 = 28.13 + 31.69 = 59.82^\circ$$

واحد بيقولي اشمعنا في الأول خلينا $n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_2}$ وبعدكده خلينا $n = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2}$

أرد عليه وأقوله إن n هي جيب الزاوية اللي في الهواء ÷ جيب الزاوية اللي في الوسط وعندنا هنا:

(أ) في الوجه الأول ← ϕ_1 في الهواء و θ_1 في المنشور.

(ب) " " الثاني ← θ_2 " " و ϕ_2 " " .



Subject: Date:

$\phi_2 = 0$ A

٤ سقط شعاع ضوئي على أحد وجهي منشور ثلاثي زاوية رأسه 30° وخرج عموديًا من الوجه الآخر، احسب زاوية سقوط الشعاع الضوئي إذا كان معامل انكسار مادة المنشور $\sqrt{3}$ (n، ϕ_1)

الحل

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore 30 = \theta_1 + 0 \longrightarrow \theta_1 = 30^\circ$$

$$n = \frac{\sin\phi_1}{\sin\theta_1} \longrightarrow \sqrt{3} = \frac{\sin\phi_1}{\sin 30} \longrightarrow \phi = 60^\circ$$

٥ **في الشكل المقابل:** إذا علمت أن معامل انكسار مادة المنشور 1.5 **فتتبع** مسار الشعاع الضوئي خلال المنشور، **ثم احسب** زاوية الخروج.

الحل

يا سيدي الفاضل أنا عاوز أعرف الزاوية الحرجة بكام علشان لو زاوية السقوط داخل المنشور أكبر منها يبقى هيعمل انعكاس كلي ولو أصغر يبقى انكسار.

$$\sin\phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \longrightarrow \phi_c = 41.81^\circ$$

∴ يسقط هذا الشعاع اللعين عموديًا على الوجه الأول فتنفذ منه لتسقط على الوجه الآخر بزاوية سقوط 60° والتي حُسبت كالتالي ←

من المثلث الصغير اللي فوق هتلاقي الزاويتين اللي باقية تساوي 30° والزاوية المتممة لها تساوي 60° وهي زاوية السقوط.

∴ بما أن زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

∴ الشعاع ينعكس انعكاسًا كليًا داخل المنشور ويسقط على الوجه الآخر بزاوية 30° والتي حسبت كالتالي: بص هتلاقي عندك شكل رباعي مكون من مسار الشعاع وضلعي القائمة في المنشور وطبعًا مجموع زوايا أي شكل رباعي 360° وبالتالي الزوايا اللي عندي هي 90°، 90°، 120 فتصبح الزاوية المتبقية بـ 60

والمتممة لها تساوي 30° وهي زاوية السقوط على الوجه الآخر للمنشور

ويخرج الشعاع بزاويته θ_2.

بتطبيق قانون سنل :

$$n_{1\,\text{زجاج}} \sin 30 = n_{2\,\text{هواء}} \sin \theta_2$$

$$1.5 \times 0.5 = 1 \times \sin \theta_2 \longrightarrow \sin \theta_2 = 0.75$$

$$\therefore \theta_2 = 48.59^\circ$$

---

٦ فى الشكل المقابل :

إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5 :

أ) تتبع مسار الشعاع الضوئي.

ب) أوجد زاوية خروجه من المنشور.

ج) أوجد زاوية الانحراف.

الحل

أ)

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin 60}{\sin \theta_1}$$

$$\therefore \theta_1 = 35.26^\circ$$

$$A = \theta_1 + \phi_2 \longrightarrow 60 = 35.26 + \phi_2 \longrightarrow \phi_2 = 24.74^\circ$$

$$\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \longrightarrow \phi_c = 41.81^\circ$$

$$\therefore \phi_2 < \phi_c$$

∴ ينكسر الشعاع ليخرج من المنشور مقترباً من السطح الفاصل.

01065142409 م/ أحمد جمال

Subject: Date:

ب

$$n = \frac{\sin\theta_2}{\sin\phi_2}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin\theta_2}{\sin 24.74} \longrightarrow \theta_2 = 38.88^\circ$$

ج

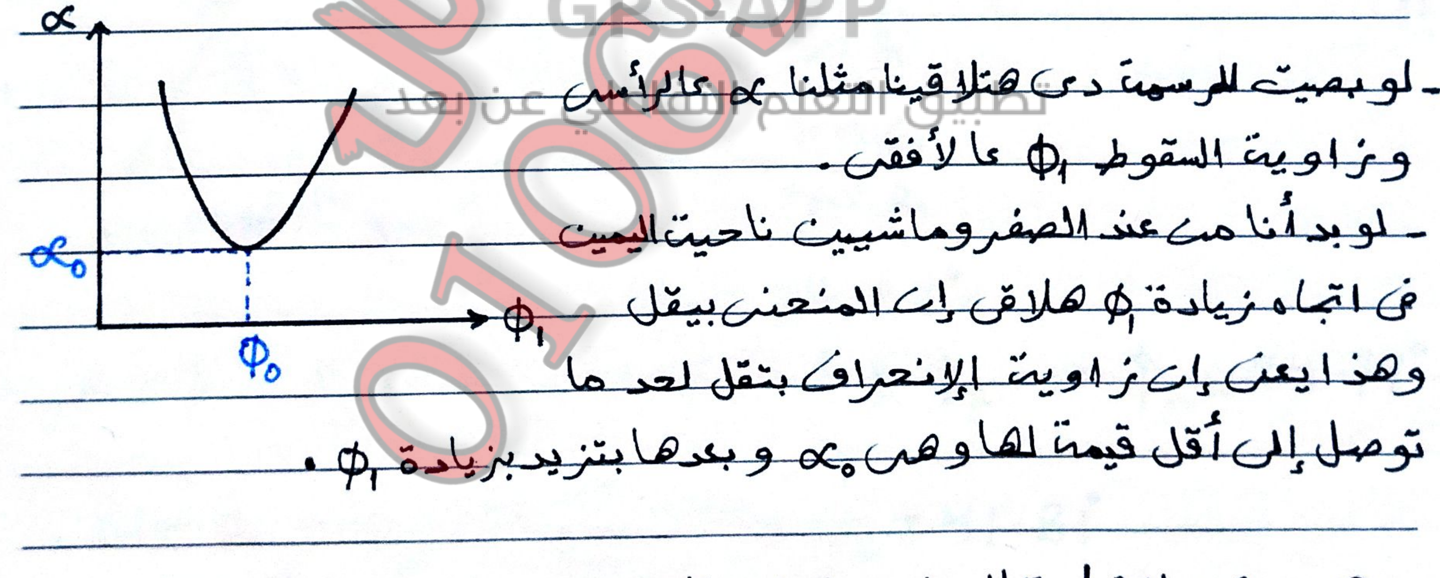
$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$
$$= 60 + 38.88 - 60 = 38.88^\circ$$

* العوامل التي تتوقف عليها زاوية الإنحراف في المنشور الثلاثي :

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$ اكتب ياعم العلاقة بتاعتها دي ←

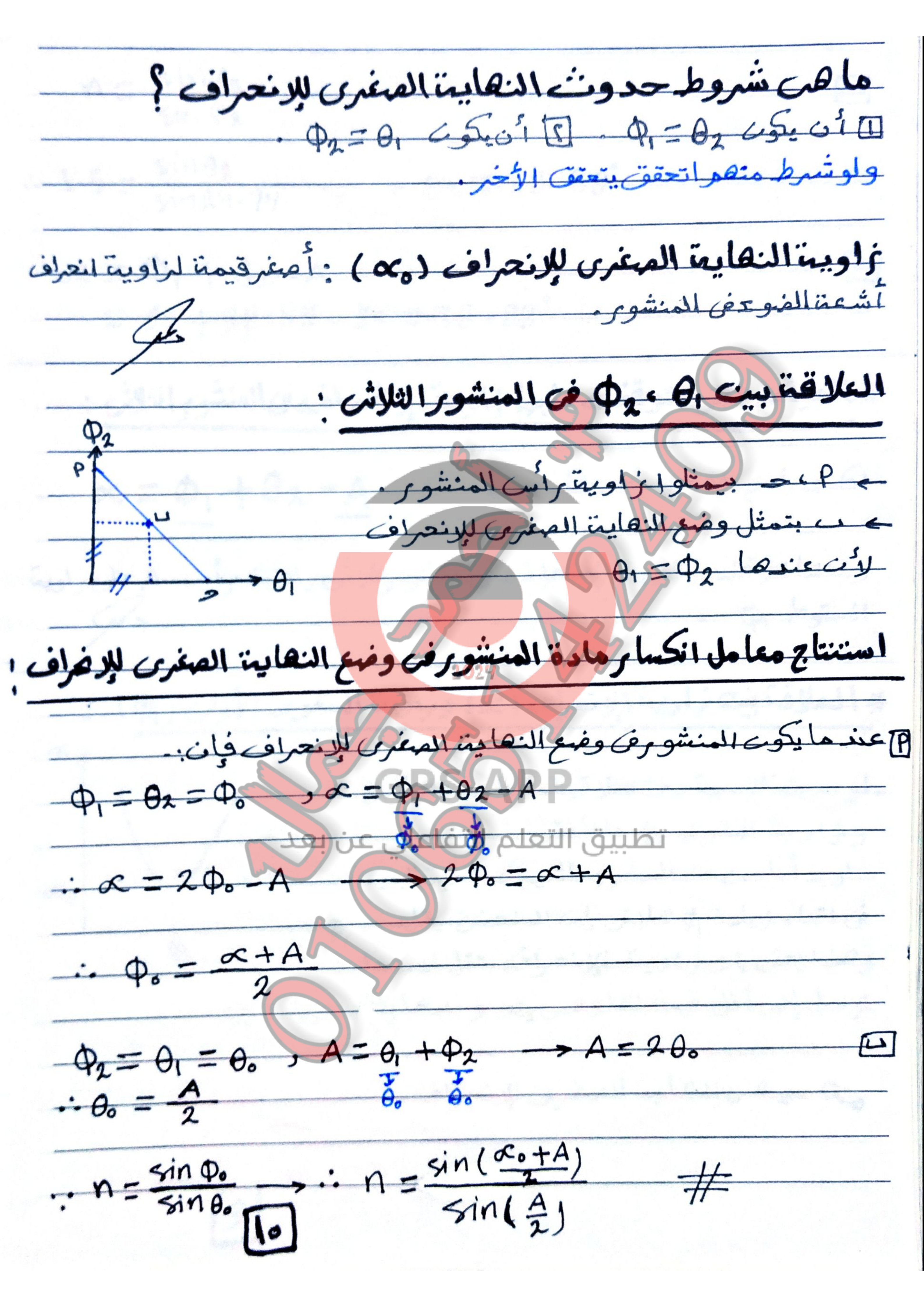
ومنها تتوقف زاوية الإنحراف في منشور ثلاثي زاوية رأسه A على زاوية السقوط ϕ_1 .

* العلاقة بين زاوية الإنحراف (α) وزاوية السقوط الأولى (ϕ_1) :



- لو بصيت للرسمة دي هتلاقينا مثلنا α عالرأسي وزاوية السقوط ϕ_1 عالأفقي.
- لو بدأنا من عند الصفر وماشيين ناحية اليمين في اتجاه زيادة ϕ_1 هتلاقي إن المنحنى بيقل وهذا يعني إن زاوية الإنحراف بتقل لحد ما توصل إلى أقل قيمة لها وهي α_0 وبعدها بتزيد بزيادة ϕ_1 .

α_0 ← هي النهاية الصغرى للإنحراف.



ما هي شروط حدوث النهاية الصغرى للإنحراف ؟

1 أن يكون $\phi_1 = \theta_2$. 2 أن يكون $\phi_2 = \theta_1$.

ولو شرط منهم اتحقق يتحقق الأخر.

زاوية النهاية الصغرى للإنحراف (α_0) : أصغر قيمة لزاوية انحراف أشعة الضوء في المنشور.

العلاقة بين θ_1 ، ϕ_2 في المنشور الثلاثي :

← P ، د بيمثلوا زاوية رأس المنشور.

← ب بتمثل وضع النهاية الصغرى للإنحراف لأن عندها $\theta_1 = \phi_2$

استنتاج معامل انكسار مادة المنشور في وضع النهاية الصغرى للإنحراف :

P عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للإنحراف فإن :

$$\phi_1 = \theta_2 = \phi_0 \quad , \quad \alpha = \underset{\phi_0}{\phi_1} + \underset{\phi_0}{\theta_2} - A$$

$$\therefore \alpha = 2\phi_0 - A \longrightarrow 2\phi_0 = \alpha + A$$

$$\therefore \phi_0 = \frac{\alpha + A}{2}$$

ب

$$\phi_2 = \theta_1 = \theta_0 \quad , \quad A = \underset{\theta_0}{\theta_1} + \underset{\theta_0}{\phi_2} \longrightarrow A = 2\theta_0$$

$$\therefore \theta_0 = \frac{A}{2}$$

$$\because n = \frac{\sin \phi_0}{\sin \theta_0} \longrightarrow \therefore n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \quad \#$$

من العلاقة الأخيرة ← A ثابتة وبالتالى n يتناسب طردياً مع α_o

* من المعروف أن n يتوقف على الطول الموجى حيث $n \propto \frac{1}{\lambda}$
وبالتالى α_o تتوقف هى أيضاً على الطول الموجى.

تفريق الضوء بواسطة المنشور الثلاثى :

بص يابنى ← الضوء الأبيض مكون من سبعة ألوان ولكل لون طول موجى وزاوية انحراف.

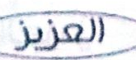
*** ماذا يحدث إذا سقطت حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للإنحراف ؟**

يخرج الضوء من المنشور متفرقاً إلى ألوان الطيف، وهى كالآتى بالترتيب:
أحمر - برتقالى - أصفر - أخضر - أزرق - نيلى - بنفسجى.

*** علل. الضوء البنفسجى أكبر انحرافاً من الضوء الأحمر ؟**

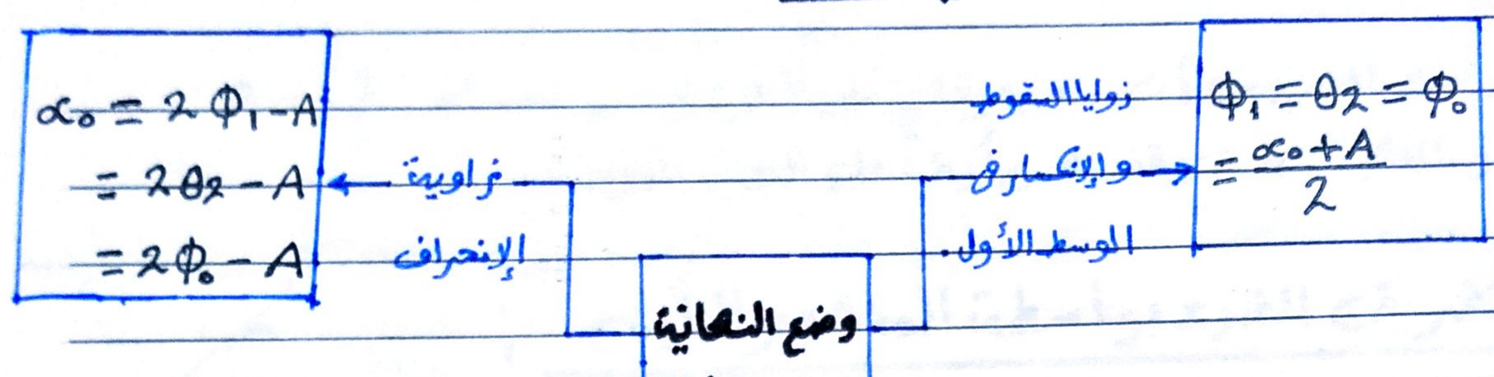
لأن زاوية الإنحراف تتناسب طردياً مع معامل الإنكسار، ومعامل الإنكسار يتناسب عكسياً مع الطول الموجى، وبالتالى زاوية الإنحراف تتناسب عكسياً مع الطول الموجى، ولأن الطول الموجى للضوء البنفسجى أقل من الطول الموجى للضوء الأحمر فبالتالى زاوية انحراف الضوء البنفسجى أكبر من زاوية انحراف اللون الأحمر.

م / أحمد جمال
01065142409









$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

معامل انكسار مادة المنشور

زوايا السقوط والإنكسار في الوسط الثاني

$$\phi_2 = \theta_1 = \theta_0 = \frac{A}{2}$$

مسائل

$A = 60$

1. منشور ثلاثي متساوي الأضلاع ، إذا كانت النهاية الصغرى للإنحراف شعاع ضوئي يسقط عليه 30° (α_0) ، **أوجد:**

أ) معامل انكسار مادته. n

ب) زاوية سقوط الشعاع. ϕ_1

جـ) زاوية خروجه. θ_2

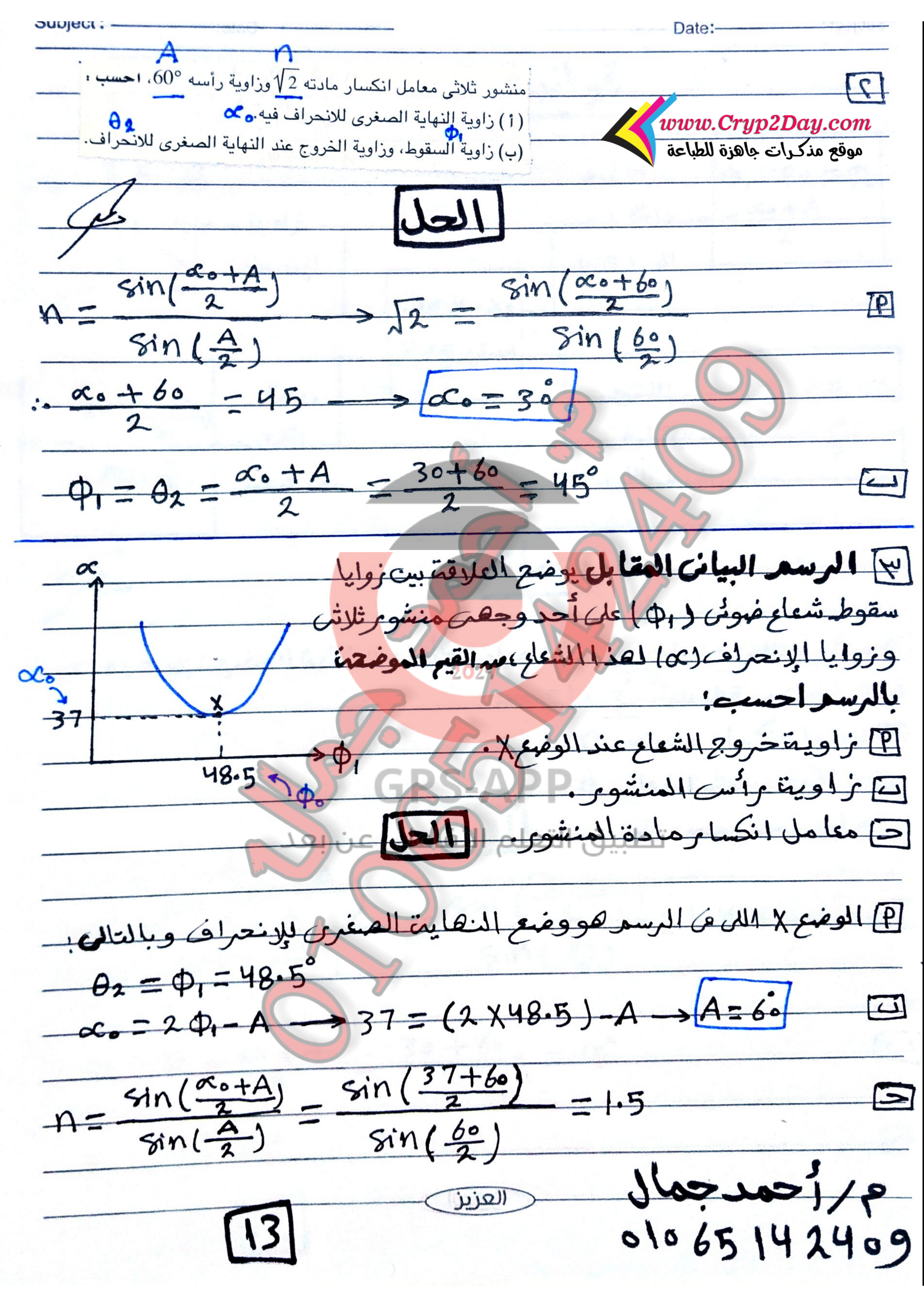
الحل

أ)
$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin\left(\frac{30 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)} = 1.414$$

ب)
$$\phi_1 = \phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2} = \frac{30 + 60}{2} = 45^\circ$$

جـ)
$$\theta_2 = \phi_1 = 45^\circ$$





② منشور ثلاثى معامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ وزاوية رأسه $60°$، احسب :

(أ) زاوية النهاية الصغرى للانحراف فيه α_0

(ب) زاوية السقوط، وزاوية الخروج عند النهاية الصغرى للانحراف.

الحل

(أ)

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \longrightarrow \sqrt{2} = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)}$$

$$\therefore \frac{\alpha_0 + 60}{2} = 45 \longrightarrow \boxed{\alpha_0 = 30°}$$

(ب)

$$\phi_1 = \theta_2 = \frac{\alpha_0 + A}{2} = \frac{30 + 60}{2} = 45°$$

---

③ **الرسم البيانى المقابل** يوضح العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئى (ϕ_1) على أحد وجهى منشور ثلاثى وزوايا الإنحراف (α) لهذا الشعاع، من القيم الموضحة بالرسم احسب:

(أ) زاوية خروج الشعاع عند الوضع X.

(ب) زاوية رأس المنشور.

(ج) معامل انكسار مادة المنشور.

الحل

(أ) الوضع X اللى فى الرسم هو وضع النهاية الصغرى للإنحراف وبالتالى:

$$\theta_2 = \phi_1 = 48.5°$$

(ب)

$$\alpha_0 = 2\phi_1 - A \longrightarrow 37 = (2 \times 48.5) - A \longrightarrow \boxed{A = 60°}$$

(ج)

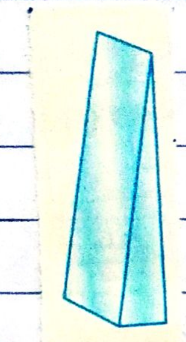
$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin\left(\frac{37 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)} = 1.5$$

م/ أحمد جمال
01065142409

م/ أحمد جمال 01065142409

Subject: Date:

٢ المنشور الرقيق



* عبارة عن منشور ثلاثي مصنوع من مادة شفافة مثل الزجاج زاوية رأسه صغيرة لا تتجاوز 10 درجات ويكون دائماً في وضع النهاية الصغرى للإنحراف.

مفاهيم مرتبطة بالمنشور الرقيق

زاوية الإنحراف — الإنفراج الزاوي — قوة التفريق اللوني



* زاوية الإنحراف واستنتاجها:

∵ المنشور الرقيق دائماً في وضع النهاية الصغرى للإنحراف.

$$\therefore n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

∵ $\frac{\alpha_0 + A}{2}$ ، $\frac{A}{2}$ زوايا صغيرة ، فيكون جيب الزاوية مساوياً لقيمة الزاوية بالتقدير الدائري.

$$\therefore n = \frac{\alpha_0 + A}{A} \longrightarrow \alpha_0 = A(n-1)$$

* العوامل التي تتوقف عليها زاوية الإنحراف في المنشور الرقيق:

من العلاقة $\alpha_0 = A(n-1)$

α_0 تتناسب طردي مع n ومع A.

* لاحظ ← α_0 لا تعتمد على ϕ_1.



مسألة

منشور رقيق زاوية رأسه 7° ومعامل انكسار مادته 1.5، **أوجد** زاوية انحراف الضوء المار خلاله.

الحل

$$\alpha_0 = A(n-1)$$

$$\therefore \alpha_0 = 7 \times (1.5-1) = 3.5^\circ$$

الإنفراج الزاوي واستنتاجه

- المنشور الرقيق دائماً في وضع النهاية الصغرى للإنحراف
- ∴ فهو يفرق شعاع الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف المرئي، وتتعين:
- زاوية انحراف الضوء الأحمر من العلاقة: $(\alpha_0)_r = A(n_r - 1)$ (red)
- // // // الأزرق // // // : $(\alpha_0)_b = A(n_b - 1)$ (blue)

$$\therefore (\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r = A(n_b - n_r)$$

حيث $[(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r]$ هو الإنفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر ويمكن تعريفه كالتالي:

الإنفراج الزاوي بين اللونين (الأزرق والأحمر): الزاوية المحصورة بين امتدادي الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور.

* العوامل التي يتوقف عليها الإنفراج الزاوي:

1. زاوية رأس المنشور
2. معامل انكسار مادة المنشور لكل من اللونين الأزرق والأحمر.

Subject: Date:

ياسيدى الفاضل ← اللون الأصفر لون متوسط بين الأزرق والأحمر، لذلك:

أ) **معامل الإنكسار المتوسط (n_y) (yellow):** متوسط معاملى انكسار اللونين الأزرق والأحمر.

$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$$

ب) **الإنحراف المتوسط ($(\alpha_o)_y$):** متوسط انحراف الشعاعين الأزرق والأحمر.

$$(\alpha_o)_y = \frac{(\alpha_o)_b + (\alpha_o)_r}{2}$$

قوة التفريق اللونى واستنتاجه

$\because (\alpha_o)_r = A(n_r - 1)$, $(\alpha_o)_b = A(n_b - 1)$

$\therefore (\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$

وكذلك بالنسبة لزاوية انحراف الضوء الأصفر (وسط بين الأزرق والأحمر):

$(\alpha_o)_y = A(n_y - 1)$

$\because (\alpha_o)_y$ متوسط $(\alpha_o)_b$ و $(\alpha_o)_r$ ، n_y متوسط n_b و n_r.

$\therefore$ قوة التفريق اللونى ω_α تحسب كالتالى:

$$\omega_\alpha = \frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{A(n_b - n_r)}{A(n_y - 1)}$$

$$\therefore \omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$

قوة التفريق اللونى لمنشور (ω_α): النسبة بين الإنفراج الزاوى للونين الأزرق والأحمر إلى زاوية انحراف اللون الأصفر.

ENG: Ahmed Gamal 01065142409

Subject: Date:

* العوامل التي تتوقف عليها قوة التفريق اللوني للمنشور الرقيق:

معامل انكسار مادة المنشور الرقيق للألوان الأزرق والأحمر والأصفر.

المنشور الرقيق

- الإنفراج الزاوي: $(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$
- زاوية الإنحراف: $\alpha_o = A(n-1)$
- الإنحراف المتوسط: $(\alpha_o)_y = A(n_y - 1) = \frac{(\alpha_o)_b + (\alpha_o)_r}{2}$
- معامل الإنكسار المتوسط: $n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$
- قوة التفريق اللوني: $\omega_\alpha = \frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$

مسائل

1 منشور رقيق زاوية رأسه 4° ومعامل انكسار مادته 1.5 ، **أوجد** زاوية انحراف الضوء المار خلاله

الحل

$$\alpha_o = A(n-1) = 4 \times (1.5 - 1) = 2^\circ$$





م/ أحمد جمال 01065142409

Subject : Date: 2

منشوران رقيقان أحدهما من الزجاج الصخرى معامل الانكسار المتوسط له 1.6 وقوة تفريقه اللونى 0.036 والثانى من الزجاج التاجى معامل الانكسار المتوسط له 1.5 وقوة تفريقه اللونى 0.028، فإذا كانت زاوية رأس المنشور الثانى 7°، احسب زاوية رأس المنشور الأول علمًا بأن الانفراج الزاوى لهما متساوى.

الحل

- تعالى ندور فى القوانين اللى جاب سيرتها ى A_1 ... بعد التدوير لقيتها موجودة فى القانون بتاع الإنفراج الزاوى ... والراجل قال فى المسألة إن الإنفراج الزاوى لهما متساوى وبالتالى :

$$A_1 \left((n_b)_1 - (n_r)_1\right) = A_2 \left((n_b)_2 - (n_r)_2\right) \quad (1)$$

(A_1 مطلوبة، $(n_b)_1-(n_r)_1$ مجهول، A_2 معطيا، $(n_b)_2-(n_r)_2$ مجهول)

- من الواضح إننا علشان نجيب $n_b - n_r$ هنستعين بقانون قوة التفريق اللونى،

$$\omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$

* فى حالة المنشور الأول :

$$(n_b)_1 - (n_r)_1 = (\omega_\alpha)_1 \left((n_y)_1 - 1\right) = 0.036 \times (1.6 - 1) = 0.0216$$

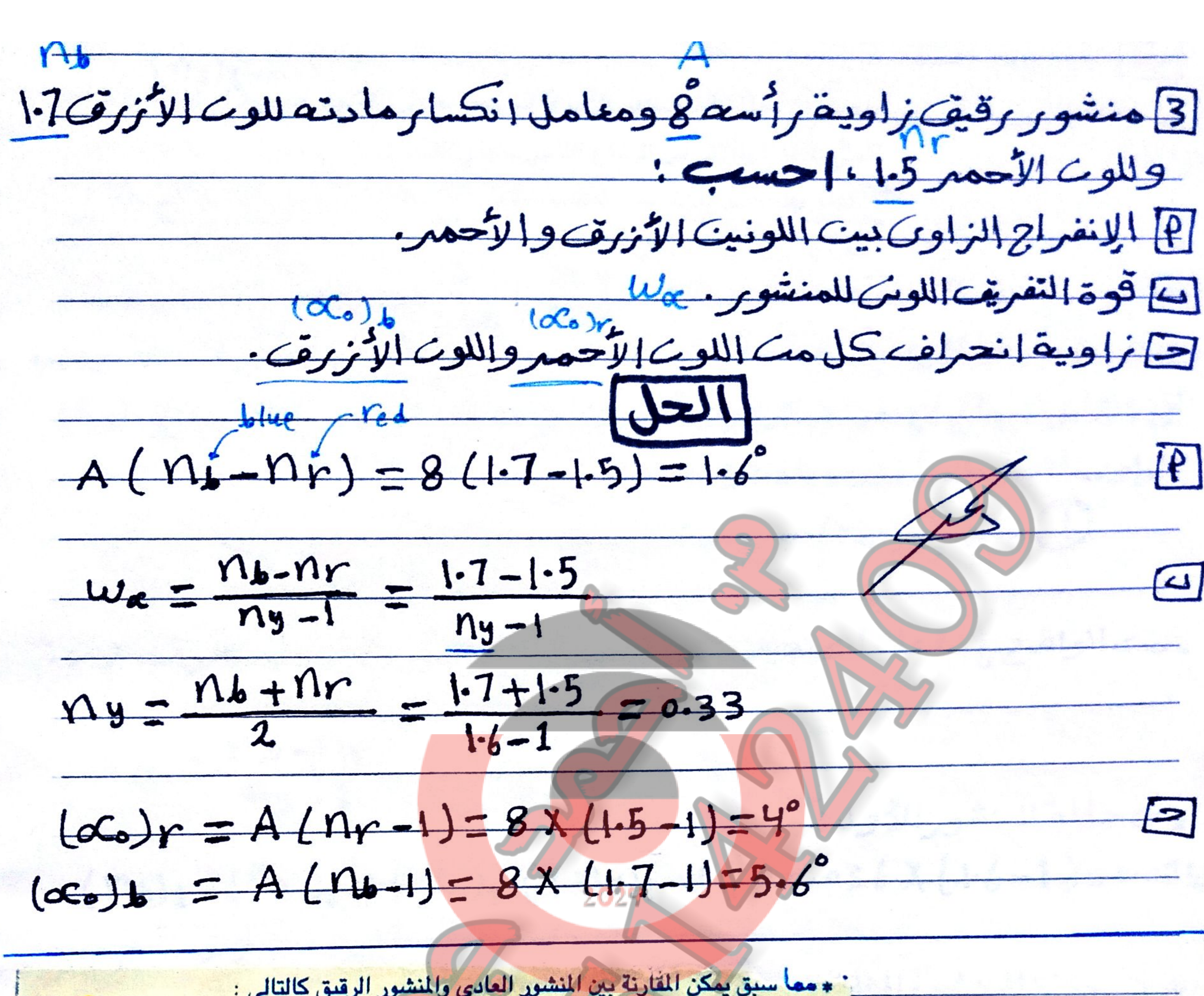
* فى حالة المنشور الثانى :

$$(n_b)_2 - (n_r)_2 = (\omega_\alpha)_2 \left((n_y)_2 - 1\right) = 0.028 \times (1.5 - 1) = 0.014$$

تعالى نعوض فى (1)

$$A_1 \times 0.0216 = 7 \times 0.014$$

$$\therefore A_1 = \frac{7 \times 0.014}{0.0216} = 4.5^\circ$$



3 منشور رقيق زاوية رأسه 8° ومعامل انكسار مادته للون الأزرق 1.7 وللون الأحمر 1.5 ، احسب :

أ) الانفراج الزاوي بين اللونين الأزرق والأحمر.

ب) قوة التفريق اللوني للمنشور.

ج) زاوية انحراف كل من اللون الأحمر واللون الأزرق.

الحل

أ) $A(n_b - n_r) = 8(1.7 - 1.5) = 1.6^\circ$

ب) $\omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.7 - 1.5}{n_y - 1}$

$n_y = \frac{n_b + n_r}{2} = \frac{1.7 + 1.5}{1.6 - 1} = 0.33$

ج) $(\alpha_o)_r = A(n_r - 1) = 8 \times (1.5 - 1) = 4^\circ$

$(\alpha_o)_b = A(n_b - 1) = 8 \times (1.7 - 1) = 5.6^\circ$

* مما سبق يمكن المقارنة بين المنشور العادى والمنشور الرقيق كالتالى :

	المنشور العادى	المنشور الرقيق
زاوية رأس المنشور (A)	كبيرة	صغيرة (10° تقريبًا أو أقل)
معامل الانكسار (n)	$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$	$n = \frac{\alpha_o + A}{A}$
زاوية الانحراف	$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$	$\alpha_o = A(n-1)$ تكون دائمًا نهاية صغرى
وضع النهاية الصغرى للانحراف	لا يكون فى هذا الوضع دائمًا ويتعين معامل انكسار مادة المنشور من العلاقة : $n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_o + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$	دائمًا فى وضع النهاية الصغرى للانحراف
أهم الاستخدامات	* التحليل الطيفى. * كمنشور عاكس فى بعض الأجهزة البصرية، مثل منظار الميدان والبيرسكوب الذى يستخدم فى الغواصات.	تحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة

م/أحمد جمال
01065142409

الفيزياء ببساطة

انتهى منهج الترم الأول

نتمنى لكم التوفيق